Universidad Politécnica de Aguascalientes

Maestría en Ciencias en Ingeniería

F-718/A Rev. B

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO(A) EN CIENCIAS EN INGENIERÍA

P R E S E N T A:

L.T.I. CYNTHIA CRISTINA MARTINEZ PADILLA

DIRECTOR(A) DE TESIS:

DR. JOSÉ EDER GUZMÁN MENDOZA — **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES.**

CODIRECTOR(A) DE TESIS:

DRA. PAOLA YURITZY REYES DELGADO — **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES**

AGUASCALIENTES, AGS. febrero/2026

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES

Aceptación del Documento de Tesis
Formato F-718/D Rev. B

Aguascalientes, Ags. a 19 de febrero de 2026

Dr. Victor Arturo Maldonado Ruelas
Director de Posgrado e Investigación
P r e s e n t e

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutoral de la Tesis de la alumna **Cynthia Cristina Martinez Padilla**, manifiestan que después de haber revisado su trabajo de tesis titulado "Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de estudio INEGI", realizado bajo la dirección del Dr. José Eder Guzmán Mendoza y de la Dra. Paola Yuritzy Reyes Delgado, el trabajo se ACEPTA para proceder a su impresión final y empastado.

A T E N T A M E N T E

Dr. José Eder Guzmán Mendoza
Director de Tesis

Dra. Paola Yuritzy Reyes Delgado
Codirectora de Tesis

Dra. Evelin Merit Ventura Mena
Revisora de Tesis

Dra. María Libertad Aguilar Carlos
Revisor de Tesis

Dr. José Eder Guzmán Mendoza
Coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería

c.c.p. Alumno
c.c.p. Archivo

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios, por darme su fuerza, perseverancia y guía para terminar mi maestría.

A mis queridos padres y a mi hermano, sin su amor, apoyo y sacrificio incondicional esta maestría no sería posible. Agradezco cada consejo, cada impulso, cada palabra de aliento que me ha guiado en este camino. Este título es también un regalo para ustedes, mis héroes y mi mayor tesoro, es una muestra de mi agradecimiento por todo lo que me han dado. Gracias por creer en mí, por ser mis pilares, por darme la vida y ser mi mayor fuente de inspiración.

A mi sobrina, mi persona favorita, gracias por tu paciencia, por comprender que, a veces, no podíamos estar juntas porque debía cumplir con mis tareas escolares. Gracias por enseñarme que la diversión también es parte del aprendizaje y que incluso en medio del caos, siempre hay espacio para un "¿jugamos?". Este título también es tuyo, con la esperanza, de que un día celebres tus propios logros, tan grandes y hermosos como los sueños que llevas en tu corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros Mario Ruíz, Israel Palafox y Maximiliano Vázquez; a mis docentes de aula; gracias por acogerme y por compartir este proceso académico con respeto, solidaridad y compañerismo. Juntos aprendimos cómo complementar nuestras debilidades y fortalezas, dejando de lado pequeñas diferencias, y me brindaron su amistad, confianza y apoyo, e hicieron de este trayecto una experiencia llena de aprendizajes y momentos divertidísimos e inolvidables.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **III**

AGRADECIMIENTOS ..... **IV**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **VII**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **VIII**

NOTACIÓN ..... **IX**

ÍNDICE DE ECUACIONES ..... **X**

RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS ..... **XI**

CAPÍTULO I CONTEXTO GENERAL **1**

I.1 INTRODUCCIÓN 1
I.2 ESTADO DEL ARTE 2
I.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 13
I.4 OBJETIVOS 15
I.4.1 Objetivo General *15*
I.4.2 Objetivos Particulares *15*
I.5 JUSTIFICACIÓN 15
I.6 ALCANCES Y LIMITACIONES 16
I.6.1 Alcances *16*
I.6.2 Limitaciones *17*

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO **18**

II.1 LA CALIDAD DEL SOFTWARE 18
II.2 LAS METODOLOGÍAS ÁGILES 18
II.3 INGENIERÍA DE REQUISITOS (RE) 21
II.4 MODELO SERVQUAL (SM) 21
II.5 AGILE INCEPTION DECK (AID) 22
II.6 LEAN CHANGE MANAGEMENT (LCM) 23
II.7 ESCALA DE LIKERT 24
II.8 PRODUCTO MÍNIMO VIABLE 25
II.9 MARCO NORMATIVO VIGENTE 25
II.10 MATRIZ FODA 26

CAPÍTULO III METODOLOGÍA **29**

III.1 ¿POR QUÉ HÍBRIDO? 29
III.2 INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS CLAVE 32
III.3 METODOLOGÍA FINAL 34
III.3.1 BENEFICIOS *34*
III.3.2 DEFINICIÓN DE ACTORES PRINCIPALES *34*
III.3.3 ETAPAS Y ACTIVIDADES PRINCIPALES *36*

CAPÍTULO IV RESULTADOS **38**

IV.1 DISEÑO DE ARTEFACTOS 38
IV.1.1 CUESTIONARIOS DE EVALUACIÓN DE SERVICIOS *38*
IV.1.2 PLANTILLA PARA LAS REUNIONES *39*
IV.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 40
IV.3 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN 45
IV.4 INFORME DE RESULTADOS POR EL PANEL DE EXPERTOS 51

IV.5 ANÁLISIS FODA DE LA METODOLOGÍA 71

CAPÍTULO V CONCLUSIONES 73

V.1 PRÁCTICAS 73
V.2 ACADÉMICAS 73
V.3 TRABAJO FUTURO 73

APÉNDICES 75

VI.1 CUESTIONARIO APLICADO AL ÁREA DE DESARROLLO 75
VI.2 CUESTIONARIO APLICADO AL ÁREA DEL CLIENTE 76
VI.3 PLANTILLA PARA LAS REUNIONES 77
VI.4 FLUJO DE TRABAJO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA ÁGIL HÍBRIDA DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO B3. 78
VI.5 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTOS EVALUADORES. 80
VI.6 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTO 1 FIRMADA 81
VI.7 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTO 2 FIRMADA 82
VI.8 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTO 3 FIRMADA 83
VI.9 DOCUMENTO DE CASOS DE PRUEBA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS 84

PUBLICACIONES REALIZADAS 91

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 95

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Flujo propuesto para la mezcla de metodologías. 34
Fig. 2 Ejemplo del cuestionario aplicado al área de Desarrollo para la evaluación del servicio. 39
Fig. 3 Ejemplo del formato de control para las reuniones. 40
Fig. 4 Ejemplo de un cuestionario aplicado a personal del área cliente. 41
Fig. 5 Ejemplo del agendamiento de la reunion por medio de Outlook. 42
Fig. 6 Ejemplo de la reunion ingresada al calendario de Outlook. 42
Fig. 7 Ejemplo de una llamada con el equipo de desarrollo. 43
Fig. 8 Ejemplo de las llamadas realizadas para la atención de requerimientos. 43
Fig. 9 Ejemplo del diseño de pantallas en Paint por el equipo de Desarrollo. 44
Fig. 10 Ejemplo del diseño de pantallas enviado en pdf por el area del cliente. 44
Fig. 11 Ejemplo del prototipo de Firma Digital electronica con Prime Faces 4. 45
Fig. 12 Ejemplo del prototipo de Asignación de perfiles con Prime Faces 11. 45
Fig. 13 Percepción sobre la atención que brinda el equipo de desarrollo al área usuaria (enero 2025). 46
Fig. 14 Percepción sobre la atención que brinda el equipo de desarrollo al área usuaria (julio 2025). 46
Fig. 15 Percepción sobre la atención que brinda el área usuaria al equipo de desarrollo (enero 2025). 47
Fig. 16 Percepción sobre la atención que brinda el área usuaria al equipo de desarrollo (julio 2025). 47
Fig. 17 Total de puntos atendidos en los planes de trabajo de 2023 a 2025. 48
Fig. 18 Días de trabajo ocupadas para las actividades de cada uno de planes de trabajo de 2023 a 2025. 49
Fig. 19 Total de puntos por dificultad llevados atendidos en los planes de trabajo de 2023 a 2025. 50
Fig. 20 Estatus de las actividades realizadas en los planes de trabajo de 2023 a 2025. 50
Fig. 21 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Claridad. 58
Fig. 22 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Pertinencia. 59
Fig. 23 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Coherencia interna. 59
Fig. 24 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Aplicabilidad. 59
Fig. 25 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Innovación. 60
Fig. 26 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Factibilidad. 60
Fig. 27 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Claridad. 61
Fig. 28 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Pertinencia. 61
Fig. 29 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Coherencia interna. 62
Fig. 30 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Aplicabilidad. 62
Fig. 31 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Innovación. 63
Fig. 32 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Factibilidad. 63
Fig. 33 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Claridad. 64
Fig. 34 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Pertinencia. 64
Fig. 35 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Coherencia interna. 65
Fig. 36 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Aplicabilidad. 65
Fig. 37 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Innovación. 65
Fig. 38 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Factibilidad. 66
Fig. 39 Promedio final para cada criterio evaluado por los expertos. 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla comparativa de los trabajos analizados y el aporte que tiene para la tesis. 4
Tabla 2. Tabla comparativa de las limitantes de los trabajos relacionados con el aporte de mi tesis. 11
Tabla 3. Tabla comparativa de las metodologías ágiles más comunes. 19
Tabla 4. Tabla comparativa de las metodologías ágiles seleccionadas y su ventaja al combinarlas. 31
Tabla 5. Días festivos considerados para el cálculo de los días laborales en que se llevaron a cabo los planes de trabajo de 2023 a 2025. 48
Tabla 7. Rangos usados para la evaluación por expertos. 68
Tabla 8. Resultados obtenidos por categoría de los 3 casos evaluados. 68
Tabla 9. Resultados cualitativos más relevantes de la evaluación. 70
Tabla 10. Análisis FODA de la metodología propuesta. 71

NOTACIÓN

INEGI Siglas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

RE Ingeniería de Requisitos.

SM Modelo SERVQUAL para medir la calidad del servicio.

AID Metodología Agile Inception Deck.

LCM Metodología Lean Change Management.

MVP Siglas en inglés de Producto Mínimo Viable.

DGA Dirección General de Administración.

DGAJ Dirección General Adjunta de Asuntos Jurídicos.

DGI Dirección General de Informática.

POIA Plan de Trabajo Anual.

SIA Sistema Integral de Administración.

SDLC Ciclo de vida del desarrollo de software (por sus siglas en inglés).

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Promedio (media) de datos. 66
Ecuación 2. Fórmula Desviación estándar. 70

RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS

La recopilación de requisitos es la primera etapa del ciclo de desarrollo de software. Se recopila y analiza información sobre los requisitos del usuario para un sistema o aplicación en particular para satisfacer sus necesidades y expectativas. Las técnicas tradicionales de desarrollo de software, que permiten la entrega del producto a tiempo, dentro del presupuesto y del alcance planificado, se han vuelto insuficientes para satisfacer las crecientes necesidades de los clientes, que exigen entregas más rápidas y productos de mejor calidad. Uno de los principales problemas en el desarrollo y la entrega de software, detectado en la presente tesis es el uso de intermediarios, quienes complican la fase de requisitos y retrasan las entregas del producto debido a su desconocimiento de las reglas de negocio y de lo que los usuarios finales reales usan y necesitan, creando caos en la comunicación y entregando requisitos y/o softwares incompletos e inconsistentes.

Como solución a este problema, buscamos una nueva metodología ágil híbrida (la adopción conjunta de Agile Inception Deck y Lean Change Management en un marco ágil) en el área de desarrollo de sistemas de una empresa del sector público, autónoma, que promueva la flexibilidad, la colaboración continua y la entrega incremental de valor como una solución efectiva para manejar requerimientos volátiles e inciertos, mejorando la comunicación con usuarios, acelerando la entrega de valor y asegurando que el producto final satisfaga las expectativas del cliente. La fusión de ambos enfoques no solo reduce las limitaciones observadas en su aplicación por separado, sino que potencia el proceso de recopilación de requisitos al ofrecer una mayor claridad estratégica y proporcionar una implementación técnica más sólida y flexible.

Capítulo I Contexto General

En la sección I.1 se describe la introducción de este trabajo, en el que se presenta la importancia que tiene en el proceso del levantamiento de requisitos dentro de INEGI. Se detalla cómo se realiza actualmente esta etapa y los retos a los que constantemente nos enfrentamos como área de desarrollo de sistemas.

Posteriormente en la sección I.2 se plantea un estado del arte, así como algunas investigaciones previas de algunos autores en las que la implementación de metodologías ágiles ha beneficiado y apoyado al levantamiento de requisitos para realizar entregas de mejor calidad.

En la sección I.3 se plantea el problema principal que va enfocado en la falta de conocimientos y de profesionalismo de los enlaces informáticos y cómo estos afectan el desarrollo de software.

En la sección I.4 se hacen notar los objetivos generales, así como los objetivos específicos que se han planteado para la posible solución del problema mencionado. Finalmente, en la sección I.5 se muestra la justificación del por qué se requiere solucionar el problema planteado.

En la sección I.6 se plantean los alcances y limitaciones que surgirán a lo largo de la investigación.

I.1 Introducción

La recopilación de requisitos es la primera etapa del ciclo de desarrollo de software. Se recopila y analiza información sobre los requisitos del usuario para un sistema o aplicación en particular para satisfacer sus necesidades y expectativas [1] . El avance tecnológico ha crecido en los últimos años, y el mercado del software se ha visto afectado en cierta medida por las crecientes necesidades de los clientes, que exigen entregas más rápidas y productos de mejor calidad para hacer frente a la creciente competencia. Hoy en día, las empresas han implementado nuevas estrategias para mejorar sus procesos, pero no han prestado atención a los requisitos cambiantes y volátiles [2].

Las técnicas tradicionales de desarrollo de software, que permiten la entrega del producto a tiempo, dentro del presupuesto y del alcance planificado, se han vuelto insuficientes para satisfacer estas nuevas demandas, ya que se basan en un enfoque planificado con poco margen para cambios imprevistos [3]. Surgió la necesidad de crear nuevas metodologías y procesos que prioricen la agilidad, permitiendo una entrega más rápida del producto y la flexibilidad para adaptarse a los nuevos requisitos del cliente sin incurrir en costos de producción adicionales [4].

Como solución a este problema, buscamos maneras de que la interacción con el usuario sea más directa, sin depender tanto de intermediarios. Si esto no es posible, buscamos maneras de definir los requisitos cara a cara con ellos y no los consideraremos liberados hasta que todas las preguntas se hayan abordado y estén claras para ambas partes [5]. Para lograrlo, sería recomendable celebrar reuniones periódicas al iniciar un nuevo producto, sin límite de

tiempo, con la posibilidad de extenderlas a uno o dos días más. Se pueden crear y completar formularios para tener un mejor control sobre los requisitos originales y/o los cambios. Implementar una metodología ágil de ingeniería de requisitos para iterar cada punto y comenzar a abordarlos por prioridad y aquellos que cumplan al 100% con la definición [6].

El INEGI es un organismo autónomo de México que genera y difunde información estadística y geográfica para apoyar la toma de decisiones en el país. Dentro de la estructura organizacional del INEGI, se encuentran la Dirección General de Administración, que gestiona recursos y coordina la planeación, a ella corresponde el uso del Sistema Integral de Administración - Contabilidad (SIA-Contabilidad) para sus operaciones diarias. Mientras que la Dirección General de Informática maneja la tecnología institucional, en la cual se encuentra el Departamento de Sistemas B3, el cual es el encargado del desarrollo del SIA-Contabilidad.

Uno de los principales problemas en el desarrollo y la entrega de software para el SIA-Contabilidad, es el uso de intermediarios, también llamados Enlaces Informáticos. Estos son quienes con mayor frecuencia complican la fase de requisitos y retrasan las entregas del producto debido a su desconocimiento de las reglas de negocio y de lo que los usuarios finales reales usan y necesitan, creando caos en la comunicación y entregando requisitos incompletos e inconsistentes. Para cuando el sistema o módulo entra en funcionamiento, el caos causado por los cambios urgentes en la funcionalidad se desborda [7]. Las consecuencias no solo son futuras, sino que ya son una realidad: algunos empleados han decidido trasladarse a otro departamento debido al estrés físico y mental de estas situaciones y a la falta de apoyo de sus superiores, dejando la responsabilidad en manos del desarrollador.

En este contexto, buscamos estandarizar, minimizar el impacto de los cambios y hacer más eficiente la entrega de requisitos; agilizar y optimizar el envío de preguntas existentes en cualquier etapa del proceso y recibir retroalimentación sobre ellas; y encontrar una solución óptima con el menor coste para los problemas a lo largo del ciclo de vida del desarrollo. En concreto, se busca una nueva metodología ágil híbrida en el área de desarrollo de una empresa del sector privado [5].

I.2 Estado del arte

Para la creación del estado del arte, se llevó a cabo una revisión bibliográfica sistemática, empleando como fuente principal la base de datos académica Google Scholar. Esta fue elegida debido a su extensa cobertura de publicaciones científicas y académicas, además de la calidad y actualidad de los artículos indexados. La investigación se realizó utilizando combinaciones de palabras clave en español e inglés, lo que facilitó la expansión de los resultados y garantizó una mayor variedad de perspectivas teóricas y prácticas relacionadas con el asunto.

Una de las cadenas de búsqueda empleadas fue:
("Metodologías ágiles de desarrollo de software" OR "Ingeniería de requisitos" OR "Metodologías ágiles para el levantamiento de requisitos"). ("Agile Inception Deck" OR "Lean Change Management").

Asimismo, se implementaron filtros para limitar los resultados a aquellas publicaciones que abarcan el periodo de 2021 a 2025, con el objetivo de asegurar la relevancia de los aportes teóricos y empíricos analizados. Se dio preferencia a los trabajos que incluían estudios de caso, aplicaciones prácticas en entornos empresariales y a las investigaciones que exploraban la fusión de metodologías ágiles con los procesos de recopilación de requisitos en el desarrollo de software. Esta evaluación facilitó la identificación de tendencias actuales, métodos empleados y lagunas en la investigación que respaldan y justifican la elaboración del presente estudio.

El análisis del estado del arte revisado presenta una visión amplia y variada sobre la utilización, la evolución y los retos de las metodologías ágiles y la ingeniería de requisitos en diferentes entornos organizativos y educativos. En resumen, las investigaciones subrayan que las metodologías ágiles han crecido en popularidad debido a su habilidad para adaptarse, mejorar la colaboración y aumentar la eficiencia en el desarrollo de software. Los estudios realizados por Porras Flores [8] y Ballesteros [11] muestran mejoras claras en la calidad del producto y en los entornos educativos, respectivamente. Esto demuestra que el enfoque ágil es versátil y puede aplicarse más allá del ámbito técnico.

No obstante, también se reconocen desafíos significativos vinculados a la adopción, desarrollo y aplicación adecuada de estos métodos. Estudios como los realizados por Vega y otros. [10] y Barata y colaboradores. [20] evidencian que, a pesar de la creciente adopción de metodologías ágiles, todavía hay retos para evaluar su efectividad y conseguir una implementación sólida, sobre todo en organizaciones grandes o con estructuras convencionales.

En lo relacionado con la ingeniería de requisitos, las investigaciones realizadas por Haque y otros. [16], Muhammad et al. [21] y Méndez y otros [14]. Se destacan la variedad de prácticas, la importancia de contar con estrategias definidas y la eficacia de métodos fundamentados en elementos concretos para aumentar la trazabilidad y la calidad. De igual manera, estudios como el realizado por Villamizar et al. [8] advierten acerca de una cobertura inadecuada de factores esenciales como la seguridad en los procesos ágiles, lo que indica un área todavía vulnerable en la literatura y en la práctica.

Además, investigaciones llevadas a cabo por Arcila y otros. [19] y Špundak [12] ofrecen una perspectiva comparativa entre métodos ágiles y tradicionales, llegando a la conclusión de que la selección de la metodología debe estar alineada con la naturaleza del proyecto, el contexto de la organización y el nivel de incertidumbre del entorno.

En resumen, estos estudios (Tabla 1) proporcionan no solo un fundamento teórico y empírico robusto para respaldar la investigación de la tesis, sino que también destacan una necesidad compartida de ajustar, evaluar y mejorar de manera constante la implementación de metodologías ágiles y la gestión de requisitos, particularmente en contextos específicos como el empresarial, educativo o híbrido.

Tabla 1. Tabla comparativa de los trabajos analizados y el aporte que tiene para la tesis.

Referencia	Título Trabajo	Objetivo del estudio	Metodología / Enfoque	Principales hallazgos / Resultados	Aportes relevantes para la tesis
Rivadeneira et al. (2013) [6]	El modelado de requerimientos en las metodologías ágiles	Analizar el modelado de requisitos en metodologías ágiles.	Revisión de prácticas ágiles (XP, Scrum, FDD).	Identifica prácticas comunes y menos utilizadas; destaca importancia de la gestión de requisitos.	Ofrece una visión integral sobre qué prácticas ágiles son más adoptadas y sus efectos.
Porras Flores (2019) [8]	Metodología ágil Iconix en la calidad del producto software	Adaptar la metodología Iconix en análisis, diseño e implementación para mejorar la calidad del software.	Aplicación de Iconix con técnicas de ingeniería de software.	Mejora notable en la calidad del producto final.	Evidencia la efectividad de metodologías ágiles estructuradas en el desarrollo de software.
Maquera et al. (2019) [9]	Experiencias e impacto social en la aplicación de ingeniería de requisitos en el desarrollo de una plataforma inteligente	Desarrollar una plataforma inteligente para el turismo rural, con alta usabilidad para usuarios con baja alfabetización digital.	Ingeniería de requisitos + IA, investigación operativa y ciencia de datos.	Implementación rápida, usabilidad elevada, interés de instituciones públicas/privadas.	Muestra cómo la ingeniería de requisitos puede facilitar el diseño centrado en el usuario.
Vega et al. (2022) [10]	Modelo de Madurez Ágil para Empresas del Sector Bancario	Diseñar un modelo de madurez ágil para evaluar la efectividad de equipos en el sector bancario.	Desarrollo de un modelo evaluativo aplicado a organizaciones ágiles.	Permite identificar áreas de mejora y orientar decisiones estratégicas.	Aporta herramientas concretas para medir la adopción ágil en contextos corporativos.
Ballesteros (2021) [11]	Implementación y práctica de scrum en la asignatura de formulación y evaluación de proyectos en la facultad de ciencias económicas y administrativas de la universidad el bosque	Analizar la implementación de Scrum en proyectos educativos universitarios.	Estudio de caso en programas de Administración.	Mejora en eficiencia del proyecto y habilidades colaborativas en estudiantes.	Muestra la aplicabilidad de Scrum fuera del ámbito técnico, en educación.
Špundak (2014) [12]	Mixed agile/traditional	Evaluar si una metodología	Análisis conceptual de	La estrategia mixta puede	Propone un modelo

	project management methodology – reality or illusion?	mixta ágil-tradicional puede optimizar la gestión de proyectos.	enfoques combinados.	mejorar resultados en proyectos con requisitos ambiguos y equipos pequeños.	equilibrado para contextos híbridos, útil en proyectos complejos.
Dwivedu-la & Bolloju (2020) [13]	Transitioning from Plan-driven Methods to Agile Methods - Preparation for a Systematic Literature Review	Sistematizar la transición de métodos tradicionales a ágiles.	Revisión sistemática de 89 fuentes.	Identifica desafíos, beneficios y factores críticos del cambio metodológico.	Proporciona una base teórica amplia para comprender procesos de transición ágil.
Méndez et al. (2016) [14]	Artefact-based Requirements Engineering: The AMDiRE Approach	Proponer un enfoque basado en artefactos para la ingeniería de requisitos.	Modelo AMDiRE aplicado a proyectos de software.	Mejora la estructura, trazabilidad y calidad de requisitos.	Fortalece el diseño metodológico basado en artefactos reutilizables.
Shahin et al. (2017) [15]	Continuous Integration, Delivery and Deployment: A Systematic Review on Approaches, Tools, Challenges and Practices	Analizar prácticas de integración y entrega continua.	Revisión sistemática de 69 estudios.	Identifica herramientas, desafíos y beneficios clave.	Refuerza la importancia de automatización en metodologías ágiles.
Haque et al. (2022) [16]	Status Quo in Requirements Engineering	Evaluar el estado actual de la ingeniería de requisitos a nivel mundial.	Encuestas en 10 países, análisis cuantitativo.	Diversidad en prácticas y problemas recurrentes en RE.	Proporciona un marco de comparación global para prácticas de RE.
Villamizar et al. (2018) [17]	A Systematic Mapping Study on Security in Agile Requirements Engineering	Investigar cómo se abordan los requisitos de seguridad en entornos ágiles.	Mapeo sistemático de literatura (SMS).	Escasa atención sistemática a requisitos de seguridad en ágil.	Advierte sobre la necesidad de integrar seguridad desde los requisitos.
Brizuela et al. (2017) [18]	Revisión sistemática sobre metodologías ágiles en empresas de software	Evaluar la aplicación de metodologías ágiles en empresas.	Revisión sistemática de literatura en Iberoamérica.	Flexibilidad, mejora del trabajo en equipo, pero retos de implementación.	Muestra cómo adaptarse al contexto empresarial y cultural.
Arcila et al. (2022) [19]	Metodologías ágiles y tradicionales para gestión de proyectos de	Comparar metodologías ágiles y tradicionales en	Revisión documental y análisis comparativo.	Ágil favorece adaptabilidad y colaboración; tradicional da mayor control.	Permite elegir enfoques según tipo de proyecto.

	tecnologías de información	desarrollo de software.			
Barata et al. (2022) [20]	Agile requirements engineering practices: a survey in Brazilian software development companies	Investigar y categorizar las prácticas de recolección y especificación de requisitos ágiles según la percepción de profesionales brasileños.	Encuesta aplicada a 46 profesionales de desarrollo de software en Brasil.	La adopción de prácticas ágiles en ingeniería de requisitos es reciente, con más de la mitad de los encuestados indicando menos de cinco años de experiencia. Se identificaron desafíos significativos en la aplicación eficiente de estas prácticas.	Proporciona datos empíricos sobre la adopción y los desafíos de las prácticas ágiles en la recolección de requisitos, útiles para contextualizar la implementación de metodologías ágiles en diferentes entornos.
Muhammad et.al (2024) [21]	Defining Requirements Strategies in Agile: A Design Science Research Study.	Definir estrategias de requisitos en entornos ágiles. Investigar los desafíos críticos que surgen en el desarrollo ágil debido a una estrategia de requisitos indefinida y proponer formas de abordarlos.	Investigación basada en el diseño con tres estudios de caso industriales en los dominios de tecnología de comunicación, servicios de seguridad y automotriz. Se realizaron 20 entrevistas, dos talleres, observación de dos casos y análisis de documentos para comprender los desafíos concretos y los flujos de trabajo.	Se definieron estrategias de requisitos en colaboración con gerentes de procesos e ingenieros experimentados. A partir de esta experiencia, se extrajeron pautas para definir estrategias de requisitos en el desarrollo ágil.	Proporciona pautas prácticas para definir estrategias de requisitos en entornos ágiles, lo que puede ser útil para mejorar la eficiencia en el levantamiento de requisitos en proyectos ágiles.

La investigación realizada por Rivadeneira y colaboradores [6]. Lleva a cabo un examen de las prácticas de modelado de requisitos en diversas metodologías ágiles como XP, Scrum y FDD. Mediante una revisión sistemática, se reconocen tanto las prácticas que se utilizan comúnmente como aquellas que se emplean con menor frecuencia, resaltando la importancia fundamental de una gestión adecuada de requisitos en proyectos ágiles. Este artículo proporciona a mi tesis una perspectiva completa sobre la manera en que se manejan los requisitos en diversos marcos ágiles, lo que facilita la comparación entre la teoría y la

práctica, así como una mejor comprensión de los factores que influyen en su adopción y efectividad en diferentes contextos.

El estudio realizado por Porras Flores [8] se centra en la adaptación de la metodología ágil Iconix a las fases de análisis, diseño y desarrollo de software, con el propósito de mejorar la calidad del producto final. A través de la aplicación de técnicas de ingeniería de software, se notó una mejora significativa en la calidad del software desarrollado. Este análisis tiene relevancia para mi trabajo de tesis, dado que muestra que la implementación de metodologías ágiles estructuradas, como Iconix, no solo promueve un desarrollo más ordenado, sino que también afecta favorablemente los resultados del producto. De igual manera, sirve como base para analizar metodologías ágiles como alternativas efectivas en contextos donde la calidad del software es un factor fundamental.

El artículo de Maquera y sus colaboradores. [9] describe el desarrollo de una plataforma inteligente destinada al turismo rural, con un enfoque especial en usuarios con habilidades digitales limitadas. El método utilizado integra la ingeniería de requisitos, la inteligencia artificial, la investigación operativa y la ciencia de datos. Los resultados indican una implementación eficiente, gran facilidad de uso y una notable aceptación por parte de los sectores público y privado. Este estudio contribuye a mi tesis al demostrar de qué manera la aplicación cuidadosa de la ingeniería de requisitos puede promover un diseño enfocado en el usuario, especialmente en contextos que presentan desafíos tanto tecnológicos como sociales. El estudio también resalta la relevancia de combinar tecnologías avanzadas con métodos participativos para alcanzar soluciones sostenibles.

Vega y otros autores. [10] presentan un modelo de madurez ágil diseñado específicamente para instituciones del sector bancario, con el objetivo de evaluar la efectividad de los equipos en contextos organizativos. La metodología se enfocó en desarrollar y utilizar un modelo de evaluación que ayuda a detectar oportunidades de mejora en la aplicación de prácticas ágiles. Entre sus aportes más significativos se destaca la relevancia del modelo para dirigir decisiones estratégicas y facilitar que los equipos progresemos hacia niveles superiores de madurez. Este proyecto es relevante para mi tesis porque ofrece un recurso particular y adaptable para medir la adopción ágil en escenarios empresariales, lo que puede mejorar el análisis de casos prácticos y comparativos.

Ballesteros [11] analiza el uso de la metodología Scrum en un entorno educativo, específicamente en la asignatura de formulación y evaluación de proyectos en una facultad de ciencias económicas. A través de un estudio de caso, se investiga cómo esta metodología contribuye a mejorar la efectividad en la gestión de proyectos académicos y al desarrollo de habilidades de trabajo en equipo entre los estudiantes. Este estudio es importante para mi tesis porque muestra cómo Scrum se adapta más allá de lo técnico, mostrando su aplicación en situaciones no tradicionales como la educación superior, lo que facilita la adaptación de marcos ágiles a diferentes tipos de equipos y objetivos.

Špundak [12] examina la posibilidad de utilizar un enfoque híbrido que integre características tanto ágiles como tradicionales en la administración de proyectos. Mediante un análisis conceptual, se sostiene que esta combinación puede ser particularmente eficaz en proyectos con gran incertidumbre y equipos reducidos, ya que proporciona un equilibrio entre

estructura y flexibilidad. Este método combinado proporciona a mi tesis una visión equilibrada entre las metodologías ágiles y las tradicionales, lo cual es especialmente beneficioso en situaciones complejas o dinámicas en las que no se puede utilizar un solo enfoque de forma exclusiva.

Dwivedu y Bolloju [13] llevan a cabo un análisis sistemático de 89 referencias con el propósito de entender detalladamente la transición de métodos planificados convencionales a enfoques ágiles. El análisis señala dificultades comunes, ventajas observadas y elementos esenciales para el éxito que afectan esta transición. Este estudio ofrece una base teórica bien organizada para examinar los cambios en las metodologías de las organizaciones que implementan agilidad, lo cual es esencial para mi tesis, ya que permite situar los desafíos y los requisitos necesarios para una adopción exitosa de metodologías ágiles.

El documento presentado por Méndez et al. [14] sugiere el método AMDiRE (Ingeniería de Requisitos Basada en Artefactos), un modelo que utiliza artefactos para organizar y administrar los requisitos en proyectos de software. Su implementación evidenció avances en la estructuración, seguimiento y calidad de los requisitos producidos. Este método es muy importante para mi tesis, ya que apoya la inclusión de estructuras que se pueden reutilizar en el diseño de la metodología. Esto ayuda a estandarizar las prácticas dentro de sistemas ágiles y mejora la eficiencia en el desarrollo de software.

Shahin y otros. [15] llevan a cabo una revisión exhaustiva sobre las prácticas, herramientas y retos asociados con la integración, entrega y despliegue continuo en entornos ágiles. De acuerdo con el examen de 69 investigaciones, se subrayan las ventajas de la automatización, así como los desafíos técnicos y organizativos que implica su puesta en marcha. Este estudio representa una contribución fundamental para mi tesis, puesto que destaca la relevancia de incorporar prácticas de automatización continua dentro de los métodos ágiles para alcanzar ciclos de desarrollo más rápidos, seguros y sostenibles.

Haque y otros [16]. Se llevó a cabo un estudio internacional con el propósito de evaluar la situación actual de la ingeniería de requisitos (RE), mediante encuestas realizadas en 10 países y un análisis cuantitativo de las respuestas obtenidas. Los resultados muestran una notable variedad en las prácticas utilizadas y una repetición en los problemas enfrentados, lo que evidencia la ausencia de estandarización a nivel mundial en RE. Este análisis proporciona a mi tesis un marco de referencia internacional que facilita la contextualización de las prácticas locales y permite evaluar en qué grado las soluciones sugeridas abordan problemas comunes a nivel global.

El estudio realizado por Villamizar y sus colegas. [17] presenta un análisis organizado de la literatura sobre la manera en que se tratan los requerimientos de seguridad en contextos ágiles. El estudio muestra que hay poca atención y un enfoque desorganizado hacia el cumplimiento de estos requisitos, a pesar de su gran relevancia. Este análisis es importante para mi tesis al identificar una debilidad habitual en la implementación de metodologías ágiles, destacando la necesidad de incorporar aspectos de seguridad desde las etapas iniciales del desarrollo, particularmente durante la fase de recolección de requisitos.

Brizuela y otros. [18] realizan un análisis exhaustivo sobre la adopción de metodologías ágiles en compañías de software en Iberoamérica. El análisis resalta ventajas como la adaptabilidad y el fomento del trabajo en equipo, aunque también identifica dificultades en su implementación, sobre todo en lo que concierne a la oposición al cambio y a la necesidad de ajustes culturales. Este estudio es relevante para mi tesis porque destaca la necesidad de tener en cuenta el entorno organizativo y sociocultural al aplicar enfoques ágiles, un aspecto esencial para el logro de cualquier cambio metodológico.

Arcila y otros [19]. Se comparan las metodologías ágiles y las tradicionales en la gestión de proyectos de tecnologías de la información, a través de una revisión de documentos y un análisis comparativo. La investigación determina que las metodologías ágiles promueven la adaptabilidad y el trabajo en equipo, mientras que las tradicionales proporcionan un mayor control y previsibilidad. Este estudio apoya mi tesis al proporcionar una justificación sólida para elegir métodos de acuerdo con la clase de proyecto, facilitando una selección de estrategias más acorde con las metas y particularidades del contexto de desarrollo.

Barata y otros. [20] Se examinan las prácticas de ingeniería de requisitos en compañías de software en Brasil a través de una encuesta realizada a 46 profesionales del área. Los resultados indican que la implementación de estas prácticas ágiles es bastante nueva y que hay importantes dificultades en su uso efectivo. Este análisis proporciona a mi tesis información empírica significativa sobre la manera en que se están aplicando las metodologías ágiles en situaciones reales, y ayuda a reconocer obstáculos típicos que deben tenerse en cuenta al sugerir mejoras o ajustes en esos procesos.

Muhammad y otros [21]. Se lleva a cabo un estudio de investigación centrado en el diseño con el objetivo de establecer estrategias de requisitos en contextos ágiles. A través de tres estudios de caso en la industria y diversas técnicas cualitativas, que abarcan entrevistas, talleres y análisis de documentos, se lograron establecer directrices prácticas para manejar los requisitos de manera efectiva. Este estudio es particularmente importante para mi tesis, ya que ofrece pautas específicas, comprobadas en situaciones reales, que pueden utilizarse como fundamento para aumentar la eficacia en la recopilación de requisitos dentro de proyectos ágiles en diferentes áreas.

Limitaciones, contradicciones y vacíos de investigación

A partir del Estado del Arte expuesto en el documento, es posible reconocer limitaciones, y algunas lagunas en la investigación, que, aunque no constituyen contradicciones directas entre los diferentes autores, destacan la complejidad y la naturaleza aún en desarrollo de la aplicación de metodologías ágiles y la ingeniería de requisitos.

A) Limitaciones y Retos de las Investigaciones

Los estudios analizados indican una variedad de desafíos importantes en la adopción y uso de metodologías ágiles, lo que conlleva restricciones para su total eficacia, por ejemplo:

Desafíos en la Implementación y Uso Efectivo: A pesar de la creciente aceptación de las metodologías ágiles, investigaciones como las realizadas por Vega et al [10]. y Barata et al [20]. demuestran que aún persisten desafíos para medir su efectividad y alcanzar una implementación robusta, especialmente en organizaciones grandes o con estructuras tradicionales.

Problemas de Normalización y Contexto: En el trabajo de Haque et al [16], se destacó una considerable diversidad en las prácticas de ingeniería de requisitos (RE) empleadas a nivel global y la recurrencia de problemas, lo cual pone de relieve la falta de estandarización en RE.

De manera similar, Brizuela et al [18], se descubrió que, aunque se presentan ventajas tales como la flexibilidad, hay retos en la aplicación en empresas de software de Iberoamérica, relacionados con la resistencia al cambio y las adaptaciones culturales.

La Importancia de los Modelos Híbridos: El estudio de Špundak [12] indica que una combinación de métodos (ágil-tradicional) puede resultar más eficiente en proyectos que presentan requisitos poco claros, con equipos reducidos o en circunstancias complejas y cambiantes donde un único método no es adecuado. Esto significa que las metodologías estrictamente ágiles presentan restricciones en ciertos contextos.

Dificultades en la Transición: El estudio de Dwivedu y Bolloju [13] organiza la transición de enfoques planificados a ágil, señalando los retos, ventajas y aspectos clave para el éxito. Esto pone de relieve que la transición es un proceso repleto de limitaciones y riesgos.

Ágil en comparación con. Tradicional: Arcila et al [19] y Špundak [12] brindan una visión comparativa, concluyendo que la selección de la metodología (ágil, tradicional o híbrida) debe estar en concordancia con la esencia del proyecto, el entorno de la organización y el grado de incertidumbre. Ágil promueve la capacidad de adaptación y el trabajo conjunto. El enfoque tradicional proporciona un control y una previsibilidad superiores.

B) Vacíos en las investigaciones

El examen de la literatura muestra, al menos, dos vacíos significativos que fundamentan la realización de nuevas investigaciones:

Cobertura Insuficiente de los Requisitos de Seguridad: La investigación realizada por Villamizar y otros [17]. Se observó una limitada atención sistemática y un enfoque desorganizado en los textos sobre la forma en que se tratan los requisitos de seguridad en los entornos ágiles. Esto señala una zona débil tanto en la teoría como en la práctica de la aplicación ágil.

C) Contradicciones

No se encuentran desacuerdos directos o contradicciones en los que un autor declare de manera categórica lo contrario a lo que expresa otro. Se ofrecen puntos de vista comparativos que destacan la discusión sobre la adecuación de los métodos utilizados.

Esta variación en los resultados (adaptabilidad frente a control) no representa una contradicción, sino que refleja las ventajas particulares de cada enfoque, lo que sugiere que no hay un solo método que sea el más adecuado para todos los proyectos.

La conclusión principal del Estado del Arte resalta una necesidad común de adaptar, examinar y perfeccionar de forma constante la aplicación de metodologías ágiles y la gestión de requisitos, especialmente en contextos concretos (empresarial, educativo o híbrido). Esto indica que, aunque existen numerosos estudios, no hay soluciones generales disponibles y son necesarias investigaciones que elaboren e implementen soluciones específicas a cada contexto (tal como esta tesis lo pretende realizar).

A continuación, se presenta un análisis se basa en la Tabla 1. “Tabla comparativa de los trabajos analizados y el aporte que tiene para la tesis” y en la sección "Limitaciones, contradicciones y vacíos de investigación" del documento.

Tabla 2. Tabla comparativa de las limitantes de los trabajos relacionados con el aporte de mi tesis.

Referencia (Autor y Título)	¿Qué dejó pendiente ese estudio?	¿Qué aspecto no resolvió y que sí estoy abordando?
Rivadeneira et al. (2013) [6] *El modelado de requerimientos en las metodologías ágiles.*	Es una revisión de prácticas ágiles comunes, por lo que su enfoque es más teórico/analítico y no proporciona una aplicación o modelo de integración específico y validado.	Este estudio ofrece la visión integral, pero mi tesis genera un modelo de integración híbrida específico para la fase de levantamiento de requisitos y lo valida empíricamente.
Porras Flores (2019) [8] *Metodología ágil Iconix en la calidad del producto software.*	Se centra en una metodología ágil estructurada específica (Iconix) para la mejora general de la calidad del producto, no en un modelo de integración y gestión de requisitos híbrido.	Demuestra la efectividad de una metodología individual; mi tesis crea y valida un modelo de integración (*híbrido*) enfocado en el proceso de levantamiento de requisitos.
Maquera et al. (2019) [9] *Experiencias e impacto social en la aplicación de ingeniería de requisitos.*	Está muy contextualizado en el turismo rural y se enfoca en la usabilidad para usuarios con baja alfabetización digital. Su método integra IA, IO y Ciencia de Datos, no modelos ágiles híbridos.	Muestra el diseño centrado en el usuario, pero no el desarrollo de un modelo híbrido específico para un contexto gubernamental grande y complejo (INEGI), que es el foco de mi estudio.
Vega et al. (2022) [10] *Modelo de Madurez Ágil para Empresas del Sector Bancario.*	Se enfoca en el sector bancario y en el diseño de un modelo de madurez para evaluar equipos. Su objetivo es medir la adopción, no diseñar un	La investigación no aborda la complejidad de un organismo público como el INEGI, ni se centra en la solución de la problemática en el levantamiento de requisitos en ese entorno.

	modelo de integración metodológica.	
Ballesteros (2021) [11] *Implementación y práctica de scrum... en la facultad de ciencias económicas.*	Se limita al ámbito educativo y académico, usando la metodología Scrum de forma aislada.	Demuestra la versatilidad de Scrum fuera de lo técnico; mi tesis adapta marcos ágiles a un contexto organizacional no tradicional (sector público) mediante un enfoque híbrido.
Špundak (2014) [12] *Mixed agile/traditional project management methodology – reality or illusion?.*	Proporciona un análisis conceptual sobre la viabilidad de enfoques mixtos (híbridos), sin aplicar o validar un modelo concreto.	Propone la necesidad de un modelo híbrido, pero no lo crea ni lo aplica. Mi tesis desarrolla e implementa el modelo híbrido requerido para la gestión de proyectos complejos, llenando esta brecha conceptual.
Dwivedu-la & Bolloju (2020) [13] *Transitioning from Plan-driven Methods to Agile Methods.*	Es una revisión sistemática que identifica desafíos y factores de éxito de la transición metodológica.	Proporciona la base teórica para la transición, pero no ofrece la solución metodológica práctica (*modelo híbrido*) para optimizar el proceso de requisitos que sigue a la transición.
Méndez et al. (2016) [14] *Artefact-based Requirements Engineering: The AMDiRE Approach.*	Se centra en un modelo de ingeniería de requisitos (RE) basado en artefactos para mejorar la calidad y trazabilidad.	El estudio no integra un enfoque ágil ni híbrido de manera explícita en su modelo. Mi tesis aprovecha la estandarización de artefactos para mejorar la eficiencia dentro de un marco ágil-híbrido.
Shahin et al. (2017) [15] *Continuous Integration, Delivery and Deployment: A Systematic Review.*	Se enfoca en las prácticas de automatización (*CI/CD*) dentro del desarrollo ágil, no en la gestión de requisitos.	Destaca la importancia de la automatización continua, lo cual es complementario, pero no aborda el vacío central de la tesis: la integración metodológica para el levantamiento eficiente de requisitos.
Haque et al. (2022) [16] *Status Quo in Requirements Engineering.*	Realiza una evaluación global y cuantitativa del estado de RE, destacando la falta de estandarización y la diversidad de prácticas.	Proporciona el marco global del problema, pero no una solución metodológica concreta para el problema de la estandarización en un entorno específico. Mi tesis propone una solución metodológica adaptada para estandarizar las prácticas en el contexto local.
Villamizar et al. (2018) [17] *A Systematic Mapping Study on Security in Agile Requirements Engineering.*	Identifica una limitación crítica y un vacío en la literatura: la escasa y desorganizada atención a los requisitos de seguridad en entornos ágiles.	Advierte sobre una debilidad; mi tesis necesita incorporar la consideración de estos aspectos de seguridad en su modelo de levantamiento de requisitos para asegurar un enfoque más robusto.
Brizuela et al. (2017) [18] *Revisión sistemática sobre metodologías ágiles en empresas de software.*	Analiza la adopción en Iberoamérica, destacando retos culturales y de resistencia al cambio en empresas de software.	Señala la necesidad de adaptación al entorno organizacional y cultural, lo cual es vital, pero no proporciona el modelo de integración en sí. Mi tesis aplica un modelo que considera estas adaptaciones en un contexto Iberoamericano específico (México/INEGI).
Arcila et al. (2022) [19] *Metodologías ágiles y tradicionales para gestión de proyectos.*	Realiza una comparación general entre enfoques ágiles y tradicionales, concluyendo que la selección debe ser contextual.	Justifica la necesidad de la tesis al demostrar que no hay una solución única (*ágil* o *tradicional*). Mi tesis desarrolla el modelo híbrido que la literatura sugiere como necesario para proyectos complejos.
Barata et al. (2022) [20] *Agile requirements engineering practices: a survey in Brazilian*	Es una encuesta empírica limitada a profesionales brasileños y destaca que la	Proporciona datos empíricos de un contexto regional, pero no ofrece una solución metodológica a los desafíos identificados. Mi tesis propone y valida un modelo de

software development companies.	adopción es reciente y presenta dificultades en su uso efectivo.	solución aplicable a un contexto organizacional diferente, pero regionalmente relevante (INEGI).
Muhammad et.al (2024) [21] *Defining Requirements Strategies in Agile: A Design Science Research Study.*	Se centra en definir estrategias de requisitos en ágil mediante estudios de caso en industrias específicas (comunicación, seguridad y automotriz).	Proporciona pautas prácticas para la estrategia de requisitos, pero no aborda el sector público/gubernamental ni la integración específica de modelos ágiles para esa fase en dicho entorno.

I.3 Descripción General del Problema de Investigación

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía es un organismo público autónomo en México responsable de generar, procesar y difundir información estadística y geográfica del país. Su principal función es facilitar la toma de decisiones informadas, así como proporcionar datos que permitan conocer y comprender la realidad socioeconómica, demográfica y geográfica de México que es esencial para el desarrollo y el progreso del país.

Dentro de esta Institución, se encuentra la Coordinación General de Informática, que se ocupa de la planeación, implementación y seguimiento de la tecnología dentro del INEGI asegurando que los servicios y recursos de TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) sirvan para el desarrollo de sus objetivos y funciones. Se busca, en este sentido, la implementación de metodologías ágiles e ingeniería de requisitos en un proyecto de software de la Dirección de Informática en la DGA, DGAJ y DGI, específicamente en el Departamento de Desarrollo de sistemas B3, que tiene dentro de sus actividades el desarrollo del Sistema Contable (SIA Contabilidad), con el fin de estandarizar, minimizar el impacto de los cambios y hacer más eficiente la entrega de requisitos; agilizar y optimizar el envío de dudas existentes en alguna parte del proceso y recibir retroalimentación sobre las mismas con el menor costo a los problemas durante el ciclo de vida del desarrollo.

El procedimiento actual para el levantamiento de requisitos en el Departamento B3 se caracteriza por una serie de pasos operativos que presentan limitaciones tanto en términos de estructura como de eficiencia. A continuación, se describe el flujo general del proceso:

1. Al inicio del año, la Dirección de Contabilidad Institucional (DCI) envía el Plan Operativo Institucional Anual (POIA) en formato Excel al Departamento B3.
2. La DCI, en función de sus prioridades, remite por correo electrónico al Enlace Informático un documento PDF con la especificación de los requerimientos asociados al POIA.
3. El Enlace Informático reenvía estos documentos al jefe del Departamento de Desarrollo cuando su carga laboral se lo permite, lo que genera demoras en la recepción y análisis de los requerimientos.
4. El jefe del departamento asigna cada requerimiento a un miembro del equipo de desarrollo para su revisión y análisis.
5. El equipo de desarrollo identifica dudas y observaciones, las cuales se discuten en reuniones con el Enlace Informático, programadas según la disponibilidad de este último, ocasionando posibles retrasos.

6. Durante estas reuniones, se detectan frecuentemente requerimientos incompletos o inconsistentes, y en ocasiones el Enlace toma decisiones sin consultar a la DCI o usuarios finales, dificultando la alineación con las necesidades reales.
7. Finalizadas las aclaraciones, se establece una fecha estimada para la entrega a pruebas, iniciándose un ciclo de revisión y ajustes que puede prolongarse debido a la falta de claridad inicial en los requerimientos o por la añadidura de nuevas funcionalidades a otros apartados del sistema ajenas al requerimiento.
8. Tras la publicación en el entorno de pruebas, el Enlace valida el desarrollo, sin embargo, en muchas ocasiones se solicitan modificaciones adicionales no contempladas originalmente, extendiendo los tiempos del proceso.
9. Finalmente, una vez que se cumplen todas las solicitudes, el desarrollo es liberado para su puesta en producción.

Este problema surge por los intermediarios o también llamados enlaces informáticos, son quienes están complicando esta etapa y retrasando las entregas de productos porque no tienen conocimiento sobre las reglas de negocio y lo que los usuarios finales reales realmente usan y necesitan, generando caos en la comunicación, entregas de requerimientos incompletos e incongruentes, y en lugar de hablar con los usuarios reales, dan sus propias soluciones a como ellos necesitan el sistema. Al momento de que el sistema o módulo entra en funcionamiento el caos por cambios urgentes en la funcionalidad se desborda.

La situación descrita anteriormente, lleva un periodo de 3 años aproximadamente en los que los malentendidos de la funcionalidad de algún módulo han sido continuamente confrontados entre los enlaces informáticos y nuestra área de desarrollo. Se ha hablado en varias ocasiones con ellos para llegar a acuerdos y hacer mejoras al proceso de envío y recepción de requerimientos, pero hay una negativa por parte de ellos a querer mejorar y a la fecha continúan trabajando mal. Los efectos no sólo a futuro, sino que ya son una realidad, es que parte del personal ha decidido y busque cambiarse de área por el desgaste físico y mental de estas situaciones y por el nulo apoyo de los superiores del área de desarrollo dejando la responsabilidad al desarrollador.

Así como en el INEGI, en el área de tecnología de empresas tanto públicas como privadas, se presentan casos similares donde los requisitos representan grandes desafíos en el desarrollo de software de calidad. Trabajos como los de Palomares et al. [22] en 2021, encuestaron a 24 profesionales de 12 empresas suecas, logrando identificar que los principales desafíos de los requisitos de software son las dificultades para comprender y priorizar las necesidades de los clientes; y la inestabilidad de los requisitos debido a cambios frecuentes en las necesidades o prioridades.

Otros autores como Rasheed et al. [23] también en 2021 revisaron los desafíos de requisitos dentro de metodologías ágiles, tales como la planificación preliminar insuficiente, lo que puede llevar a retrabajos y dificultades en la estimación de proyectos, falta de experiencia y habilidades en el equipo, resultando en interpretaciones erróneas y análisis inadecuados de los requisitos, dificultad de los clientes para expresar historias de usuario de manera clara.

En otros trabajos se analiza cómo la falta de alineación entre la ingeniería de requisitos (RE) y la verificación y validación (VV) puede conducir a problemas como la comunicación

deficiente de cambios en los requisitos a los testers, resultando en pruebas incorrectas o incompletas y la falta de trazabilidad y herramientas adecuadas para gestionar los cambios. Tal es el caso de Bjarnason et al. [24] en 2023 los cuales enfatizan que los aspectos humanos, como la cooperación y comunicación, son fundamentales para una alineación efectiva.

Sabaliauskaite et al. [25] en 2023 realizó entrevistas en una empresa de desarrollo de software de gran escala. Los desafíos que logró identificar incluyen problemas en la organización y procesos, herramientas inadecuadas, gestión de cambios deficiente, falta de trazabilidad y comunicación insuficiente entre equipos. Estos problemas afectan la alineación entre la ingeniería de requisitos y la verificación, comprometiendo la calidad del producto final.

Como solución a este pronóstico, se busca la manera en que la interacción con el usuario sea más directa, sin depender tanto de los enlaces, en caso de que no se logre, buscar medios para realizar la definición de requerimientos cara a cara con ellos y no darlos por liberados hasta que se tenga cubierto el total de dudas y queden claros para ambas partes. Para ello convendría realizar juntas periódicas en el momento que se vaya a empezar con un nuevo módulo ya sea en nuestra área o en su lugar sin límite de tiempo, con posibilidad de extenderlas uno o dos días más. Se pueden hacer formatos e irlos llenando para tener un mejor control sobre los requerimientos originales y/o los cambios. Implementar alguna metodología ágil a la ingeniería de requerimientos para iterar cada uno de los puntos y empezar a atenderlos por prioridad y los que cumplan el 100% de la definición. Pero no siempre se dispone del tiempo por cargas de trabajo.

I.4 Objetivos

I.4.1 Objetivo General

Implementar una estrategia basada en la combinación de metodologías ágiles para tratar de mejorar el levantamiento de requerimientos en proyectos de desarrollo de software, dentro del área de desarrollo de sistemas B3 en INEGI.

I.4.2 Objetivos Particulares

1. Analizar el proceso actual de levantamiento de requerimientos utilizado en el área de desarrollo de la empresa.
2. Identificar áreas de mejora dentro y/o cambios necesarios en el proceso actual de levantamiento de requerimientos.
3. Diseñar un modelo híbrido de levantamiento de requerimientos basado en Agile Inception Deck y Lean Change Management.
4. Evaluar la efectividad de la nueva metodología mediante el análisis de la claridad, completitud y calidad de los requerimientos obtenidos.

I.5 Justificación

Una de las etapas más críticas en el ciclo de vida del desarrollo de software es el levantamiento de requerimientos, ya que de su correcta ejecución depende en gran medida el éxito del proyecto [26]

Tradicionalmente, esta etapa se ha abordado desde enfoques rígidos o poco participativos, lo que frecuentemente conlleva a una definición incompleta, ambigua o errónea de los requerimientos. Esto genera retrasos en entregas, sobrecostos y productos finales que no satisfacen completamente las expectativas del cliente [26]. Ante esta problemática, la implementación de una combinación de metodologías ágiles representa una oportunidad estratégica para transformar el proceso de levantamiento de requerimientos en una práctica más dinámica, colaborativa y orientada al usuario.

Las metodologías ágiles promueven la flexibilidad, la colaboración continua y la entrega incremental de valor [19] . Esta naturaleza iterativa permite que el levantamiento de requerimientos evolucione constantemente, facilitando la incorporación temprana de cambios y la validación frecuente con usuarios finales [27] .

Dentro de este marco, metodologías como Agile Inception Deck y Lean Change Management aportan herramientas clave para la gestión eficaz del levantamiento de requerimientos. Agile Inception Deck facilita la construcción de una visión compartida mediante preguntas estructuradas que clarifican objetivos, riesgos y prioridades, mejorando el alineamiento temprano entre equipo y stakeholders[28] . Lean Change Management, por su parte, introduce un enfoque ágil para gestionar el cambio organizacional, promoviendo ciclos rápidos de experimentación y aprendizaje que permiten adaptarse a la volatilidad e incertidumbre de los requerimientos [29]

Al combinar metodologías ágiles en la etapa inicial del proyecto, se busca fomentar una cultura de mejora continua, retroalimentación temprana y validación iterativa, lo que contribuye a minimizar errores desde el origen y a optimizar la calidad del producto final [30] .Por lo tanto, la adopción conjunta de Agile Inception Deck y Lean Change Management en un marco ágil ofrece una solución efectiva para manejar requerimientos volátiles e inciertos, mejorando la comunicación con usuarios, acelerando la entrega de valor y asegurando que el producto final satisfaga las expectativas del cliente [31] . Llevar a cabo esta iniciativa no solo responde a una necesidad técnica, sino que también representa una decisión estratégica para fortalecer la capacidad de respuesta de del área de desarrollo frente a los cambios organizacionales. Literatura referenciada en la sección I.2, muestra las ventajas y beneficios de las metodologías ágiles y la implementación de metodologías híbridas (ágil y tradicional). Su adopción permitiría a las áreas de desarrollo del INEGI ser más eficientes y adaptables, alineándose mejor con la misión de brindar información útil y oportuna.

Áreas dentro de la misma empresa mejoraron significativamente sus relaciones con usuarios finales debido a la utilización de metodologías ágiles para la gestión de sus proyectos de software y a la satisfacción obtenida por los usuarios con el uso de los proyectos entregados.

I.6 Alcances y Limitaciones

I.6.1 Alcances

El presente proyecto tiene como propósito la implementación de una nueva metodología ágil híbrida, enfocada exclusivamente en la etapa de levantamiento de requisitos dentro del ciclo de vida del software. Esta iniciativa no contempla intervención alguna en las

fases posteriores como desarrollo, pruebas, implementación o mantenimiento, manteniéndose acotada a la recolección, análisis y documentación de requerimientos funcionales y no funcionales.

Como etapa inicial, será implementada de forma controlada dentro del área de desarrollo B3, con el objetivo de validar su aplicabilidad en un entorno específico, identificar oportunidades de mejora y sentar las bases para una futura reutilización en futuros proyectos. Lo anterior se realizará procurando no alterar de forma significativa los procesos, estructuras ni responsabilidades ya establecidas en las demás áreas del ciclo de desarrollo de software.

I.6.2 Limitaciones

Una de las principales barreras detectadas es la resistencia al cambio por parte de los actores involucrados, incluso cuando los procesos actuales muestran ineficiencias claras. Esta actitud dificulta la adopción de nuevas prácticas, afectando directamente el ritmo de avance del proyecto. Asimismo, la falta de colaboración en la recolección de información limita la comprensión completa del entorno de aplicación y reduce la precisión del diagnóstico inicial.

En el plano técnico, se encuentran dificultades para contar con herramientas ágiles compatibles con la nueva metodología, y, aunque existen herramientas oficiales, estas no cumplen con los requisitos funcionales necesarios, obligando al uso de soluciones improvisadas o parciales.

Las restricciones de tiempo y la alta carga operativa del equipo de desarrollo dificultan la planificación y calendarización adecuada y genera conflictos con los plazos establecidos para el proyecto.

Por último, la falta de disposición o consentimiento por parte de los usuarios o superiores jerárquicos para participar activamente en la recopilación de observaciones, retroalimentación o resultados durante la implementación de la nueva metodología de trabajo.

Capítulo II Marco Teórico

En la sección I.1 se describe la introducción de este trabajo, en el que se una breve reseña de la importancia de la calidad en el desarrollo del software.

Posteriormente en la sección II.2 se plantea un breve estado del arte sobre las metodologías ágiles más utilizadas, así como los beneficios que traen consigo para el desarrollo de software.

En la sección II.3 se plantea una breve descripción sobre la definición de la Ingeniería de Requisitos y sus principales etapas. En la sección II.4 se hace una breve descripción sobre la definición del Modelo ServQual y de las categorías que se tomaron en consideración para la evaluación de este trabajo.

Finalmente, en la sección II.5 y II.6, se muestra una breve explicación de la importancia de las metodologías Agile Inception Deck y Lean Change Management respectivamente, así como las principales etapas y actividades de cada una de ellas.

II.1 La calidad del Software

La calidad del software se refiere a la realización efectiva de actividades y a la producción de un producto que cumpla con las expectativas del cliente. Cuando los programadores entienden las necesidades y los anhelos de sus clientes, generan productos que son valiosos y de excelente calidad. La calidad del servicio se define como el resultado de un proceso de valoración en el cual los clientes comparan el servicio que esperan recibir con el servicio que efectivamente reciben del equipo de software. Las expectativas se relacionan con lo que los clientes anticipan de un servicio, y estas se forman a partir de sus interacciones y vivencias con diferentes proveedores de servicios. La percepción se refiere a la manera en que las personas valoran los servicios. [14].

En los años recientes, han surgido dos enfoques fundamentales: el desarrollo de software convencional, caracterizado por modelos estructurados y secuenciales como el modelo en cascada, y los métodos ágiles, que promueven la flexibilidad, la colaboración en equipo y la creación constante de valor.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

La calidad del software tiene un impacto significativo y esencial en la etapa de recolección de requisitos en el contexto de una metodología ágil. A pesar de que la agilidad se enfoca en la adaptabilidad y en la funcionalidad del software en lugar de en la documentación formal, es primordial que la calidad se establezca desde el comienzo para asegurar que los requisitos sean claros, realizables y estén en concordancia con los objetivos del cliente.

II.2 Las metodologías ágiles

Permiten ajustar los métodos de trabajo a las circunstancias del proyecto, garantizando la adaptabilidad y la rapidez de reacción, adaptando así el proyecto y su

progreso a los factores del entorno [13]. A continuación, se presentan varias ventajas de la gestión ágil de proyectos: [15].

- Mejora de la calidad del producto: Estos métodos motivan a los miembros del equipo a esforzarse activamente por lograr una alta calidad del producto. Además, la integración, las pruebas y la mejora continua del rendimiento del producto mejoran considerablemente los resultados.
- Mayor satisfacción del cliente: Los clientes experimentan una mayor satisfacción gracias al compromiso y la implicación durante el proceso de desarrollo. A través de diversas demostraciones y presentaciones, los clientes pueden observar rápidamente las mejoras logradas en este proceso.
- Mejora de la motivación de los empleados: Los equipos de trabajo autogestionados promueven el desarrollo de la creatividad y la innovación en sus participantes.
- Colaboración: El reparto de tareas y responsabilidades entre varios equipos, junto con las reuniones periódicas, permite una mejor organización del trabajo.
- Utilizar las métricas más aplicables: Métricas empleadas para evaluar factores como el tiempo, el coste, el rendimiento, etc. Estas suelen ser más aplicables en proyectos operativos que en proyectos convencionales. Al dividirlos en grupos y etapas más pequeños, podemos comprender mejor la situación.
- Mayor control y previsibilidad: La capacidad de evaluar y modificar el producto durante el proceso ágil proporciona a todos los miembros del proyecto un mayor control sobre sus tareas, lo que mejora la previsibilidad tanto del tiempo como de los costos.
- Reducción de gastos: La gestión ágil de proyectos reduce significativamente las probabilidades de fracaso total del proyecto, ya que los errores se identifican durante las etapas de desarrollo, en lugar de detectarse solo después de que el producto esté finalizado y se hayan invertido todos los recursos.

Para comprender las ventajas, desventajas y usos de ambos métodos, se realizó un análisis exhaustivo de la literatura académica y la investigación relevante, parte de la cual se presenta en la sección 2. Estado del arte de este trabajo. Esta evaluación nos permitió identificar las características, métodos y situaciones clave en las que se ha utilizado cada metodología, así como comparar su eficacia en diversos tipos de proyectos. La siguiente tabla (Tabla 2) muestra algunas de las principales metodologías ágiles investigadas y sus usos.

Tabla 3. Tabla comparativa de las metodologías ágiles más comunes.

Metodología Ágil	Objetivo Principal	Principales Usos
Extreme Programming (XP)	Improve software quality and responsiveness to changes.	Software development with changing requirements and the need for frequent deliveries.
Scrum	Deliver value incrementally through short, well-defined iterations.	Development teams working in short cycles (sprints), focused on continuous delivery.

Kanban	Visualize and optimize workflow continuously.	Task management in work environments where a constant and adaptable flow is required.
Agile Inception Deck	Align the team and stakeholders on a project's vision, goals, and expectations.	Initiate agile projects to define purpose and scope, and ensure objective alignment.
Design Sprint (Google)	Rapidly validate product ideas through prototyping and user testing.	Product innovation, MVP definition, and problem resolution in 5 days.
Crystal	Adapt the methodology to each project based on its size, criticality, and priority.	Projects where customizing the methodology to the context is key.
Scaled Agile Framework (SAFe)	Scaling agile practices across organizations and multiple teams.	Large companies looking to coordinate multiple agile teams working on a single product or solution.
Scrumban	Combine the structure of Scrum with the flexibility of Kanban.	Teams that require sprint planning but also require continuous flow management.
Lean Change Management	Introduce and manage organizational change in an agile, feedback-driven manner.	Organizational transformations that seek to be iterative, collaborative, and adaptable.

Tras esta revisión, se determinó que las metodologías ágiles Agile Inception Deck, que ayuda a aclarar expectativas y reduce la incertidumbre antes del inicio del desarrollo, minimizando así los riesgos y mejorando la colaboración desde el principio; y Lean Change Management, que promueve una transformación organizacional efectiva y menos disruptiva al enfatizar ciclos breves de mejora, participación activa y aprendizaje continuo, eran las más adecuadas para implementarse en el plan de trabajo 2025 del INEGI.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

Las metodologías ágiles cambian significativamente la fase de recolección de requisitos en relación con los métodos tradicionales (como el modelo en cascada), enfocándose en la flexibilidad, la colaboración constante y la provisión de valor. Su impacto se enfoca en optimizar los procesos de recolección y análisis, haciéndolos más eficaces, dinámicos y orientados al cliente. Se modifica el enfoque de "Documentar todo con antelación" a "Descubrir, examinar y mejorar los requisitos de forma iterativa".

II.3 INGENIERÍA DE REQUISITOS (RE)

La ingeniería requiere un conjunto de actividades y tareas involucradas en el proceso de desarrollo de sistemas de software. No es un proceso fijo, ya que pueden surgir nuevas necesidades, mejoras o incluso eliminaciones o cambios en los requisitos actuales durante el proyecto. Dado que el proceso de desarrollo de requisitos es repetitivo, resulta difícil establecer un procedimiento integral. En esta etapa del ciclo de vida del software, podemos delinear tres objetivos o fases.[16]:

1. Identificar las necesidades de los clientes y usuarios.
2. Describir claramente, con la mayor calidad posible, las características del sistema de software que satisfacen los requisitos del negocio y se integran perfectamente en el entorno de trabajo. [17]. Puede ser:
   a) Funcional: A menudo denominadas "características" del sistema, especifican las funcionalidades que el desarrollador debe implementar, permitiendo a los usuarios completar sus tareas eficazmente. Estas se expresan como entradas, salidas, requisitos y el proceso real. Esto no depende de la tecnología utilizada.
   b) No funcionales: Se trata de diferentes explicaciones de cómo se espera que funcione el producto, por lo que se denominan "requisitos de calidad". Son términos descriptivos (rasgos).
3. Supervisar las líneas base y las solicitudes de cambio que se presentan en las especificaciones de requisitos y garantizar la trazabilidad entre los requisitos y otros elementos de desarrollo.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

La Ingeniería de Requerimientos tiene un papel esencial en la fase de recolección de requisitos, ya que formaliza y ofrece un marco organizado, así como técnicas y herramientas que mejoran de manera notable los procesos de recopilación y establecen la disciplina necesaria para su análisis. Su objetivo primordial consiste en garantizar que los requisitos sean integrales, coherentes, claros y rastreables pasando de una actividad de recopilación no estructurada a un proceso detallado que reduce los errores desde las etapas iniciales del desarrollo de software.

II.4 MODELO SERVQUAL (SM)

Es un método utilizado en la investigación empresarial que ayuda a medir la calidad del servicio tanto numérica como descriptivamente, a comprender las necesidades del cliente y a evaluar los servicios ofrecidos. Permite comprender elementos que escapan al control del cliente y que no son predecibles [14]. Se clasifica en cinco dimensiones distintas:

- **Confiabilidad:** Indica la capacidad de prestar un servicio eficazmente. El compromiso es fiable y confidencial. En otras palabras, la organización debe cumplir con sus responsabilidades en cuanto a la prestación del servicio, la resolución de problemas y la puntualidad.
- **Capacidad de respuesta:** La intención de ayudar a los usuarios mediante la prestación de un servicio oportuno y adecuado. Esto se refiere a la rápida respuesta y

gestión de las consultas, la atención a las preguntas y problemas del cliente y la búsqueda de soluciones.

- **Seguridad:** La comprensión y la atención de los trabajadores y de quienes están bajo su supervisión.
- **Empatía:** Indica el grado de atención individualizada que los sectores de desarrollo ofrecen a sus clientes. El servicio debe adaptarse a las necesidades del cliente.
- **Aspectos físicos:** Se refiere a las características y funciones visibles y accesibles. Por ejemplo, instalaciones, herramientas, suministros y personal.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

El modelo SERVQUAL puede ser importante para la comunicación entre usuarios y desarrolladores de sistemas al ofrecer un marco organizado para medir y entender la percepción sobre la calidad del servicio del sistema de información, así como para reconocer y formalizar las expectativas del usuario antes de que se inicie el desarrollo del sistema. Esto contribuye a asegurar que los requisitos funcionales y no funcionales sean exhaustivos y estén en consonancia con la visión del usuario. Al reconocer las "brechas" o diferencias, el modelo indica de manera precisa las zonas en las que la comunicación y la concordancia de expectativas no han tenido éxito.

II.5 AGILE INCEPTION DECK (AID)

Se trata de un conjunto de tareas que permite a los equipos ágiles iniciar el desarrollo de productos de forma consistente y eficiente. Este conjunto de métodos, conocido como la Guía de Inicio Ágil, describe cómo los equipos ágiles producen software excelente. Implica una secuencia de acciones que ayudan al equipo a establecer un objetivo común y un conjunto de expectativas que abarcan al equipo, a los clientes y al producto en general. Al finalizar, el equipo estará unido desde el inicio del proceso y comenzará el desarrollo con una comprensión y una visión compartidas. [18].

El aspecto inicial de la metodología ágil [19] consiste en comprender la lógica detrás de los objetivos del equipo y del software que se creará.

1. **Propósito de nuestra reunión:** Una breve descripción general de nuestro propósito actual, la identidad de nuestros clientes y las razones detrás de nuestra decisión de desarrollar este producto.
2. **¿Cómo podemos resumir nuestras actividades en una frase breve y motivadora?** Esta tarea es ideal para evaluar si todos los miembros del equipo pueden crear una propuesta eficaz para promocionar el producto.
3. **¿Cómo comercializamos nuestros productos?** Si observáramos esto, ¿nos inclinaríamos a comprarlo?
4. **¿Qué acciones deberíamos evitar o abstenernos de realizar?** Dediquemos tiempo a establecer límites, reflexionar sobre nuestros valores y expresar lo que no deseamos ser ni en lo que no deseamos involucrarnos.
5. **¿Quiénes son nuestros vecinos?** Esta actividad busca identificar y familiarizarnos con todas las personas que participan en el proceso de desarrollo de productos, ya que

a menudo dependemos de personas, regiones o departamentos externos a nuestro equipo.

En la etapa siguiente, podemos especificar el camino [19]. Nuestro objetivo es definir los elementos más específicos de la solución abordando las siguientes preguntas:

1. **¿Qué debería implicar la solución técnica?** Por favor, comuniquen cualquier idea que tengan para asegurarnos de que todos coincidamos en nuestra forma de pensar, y si hay diferentes puntos de vista, por favor, exprésenlos.
2. **¿Qué riesgos encontramos?** Esta situación nos lleva a considerar las consecuencias más graves que pueden surgir durante el proceso de desarrollo del producto.
3. **¿Cuál es el coste estimado para desarrollar el producto a tiempo?** Esta es una estimación general, no una garantía. El objetivo no es definir compromisos precisos ni hacer promesas poco realistas, sino evaluar el alcance y determinar si disponemos de recursos suficientes para alcanzar sus objetivos.
4. **¿Cuáles son nuestras capacidades y limitaciones realistas?** Identifiquen las situaciones en las que podemos permitirnos ceder ante los desafíos y aquellas en las que no.
5. **¿Qué se requiere para el desarrollo del producto, incluyendo el número de personas necesarias, la cantidad de financiación necesaria, etc.?** Aquí podemos evaluar si es factible explorar más a fondo el desarrollo del producto en función de nuestros requisitos de personal y recursos necesarios para este proceso.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

La metodología Agile Inception Deck es una herramienta muy importante en la etapa inicial de un proyecto ágil. Su efecto en la recopilación de requisitos es fundamental para optimizar la recolección y el análisis, garantizando así la alineación temprana de todos los interesados. Modificar la atención de una mera recopilación de características hacia una comprensión más profunda y una alineación con el propósito.

II.6 LEAN CHANGE MANAGEMENT (LCM)

Es un marco para la gestión del cambio que integra métodos de Agile, Lean Startup, Gestión del Cambio y Design Thinking. Se basa en la experimentación, la retroalimentación continua y la adaptación a los cambios mediante la colaboración, con un fuerte énfasis en las personas. Es un marco completamente experimental, iterativo y gradual, diseñado para entornos complejos, inestables y con alta incertidumbre [20]. Se basa en cuatro principios fundamentales:

1. Desarrollar una visión clara y establecer objetivos específicos para el cambio previsto.
2. Presentar un método colaborativo para el sistema y su funcionamiento interno.
3. Establecer medidas uniformes para garantizar resultados beneficiosos de las modificaciones.
4. Facilitar la experimentación y el aprendizaje a lo largo de todo el proceso.

El Ciclo Lean se divide en tres etapas [20]:

- **Hallazgos o Comprensión:** Recopilar información exhaustiva para identificar los problemas que afectan al equipo o a la organización. Para ello, podemos realizar debates informales en equipo, encuestas, entrevistas y sesiones de reflexión, entre otras actividades.
- **Opciones o Soluciones:** Tras identificar un problema, se sugieren diversas alternativas para resolverlo. Las posibles soluciones se clasifican según su coste de implementación, su valor y su impacto en la organización.
- **Pruebas o Experimentos:** Implementar la solución seleccionada en el paso anterior y observar su eficacia. Para alcanzar este objetivo, creamos un cambio mínimo viable (MVC), un ajuste simple y claro que nos permitirá evaluar nuestra hipótesis.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

La metodología Lean Change Management adopta un enfoque basado en la experimentación, la retroalimentación constante y la co-creación, considerando la implementación de nuevos requisitos como un proceso de transformación organizacional. Esto optimiza la recopilación y el análisis al disminuir la posibilidad de requerimientos erróneos, aumentar la aprobación del usuario y dirigir los esfuerzos únicamente hacia los cambios más valiosos.

II.7 ESCALA DE LIKERT

Es una técnica psicométrica utilizada en encuestas para medir el grado de acuerdo o desacuerdo de una persona con respecto a una afirmación o enunciado. Se presenta como una serie de opciones ordenadas en una escala, generalmente de 5 o 7 puntos. Su principal uso es para determinar la percepción de alguna variable cualitativa que por su naturaleza denota algún orden sobre algún tópico en específico [32] . Por la naturaleza cualitativa de la escala de Likert, este supuesto no siempre se cumple, y se asume como cierto si el histograma de frecuencias de cada una de las categorías se asemeja a una distribución gaussiana. Los valores utilizados para la escala en este trabajo fueron 7:

Totalmente de acuerdo,	*1 punto*
Bastante de acuerdo,	*2 puntos*
De acuerdo,	*3 puntos*
Ni de acuerdo ni en desacuerdo,	*4 puntos*
En desacuerdo,	*5 puntos*
Bastante en desacuerdo,	*6 puntos*
Totalmente en desacuerdo	*7 puntos*

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

La Escala de Likert es esencial para el uso del modelo SERVQUAL durante la fase de recopilación de requisitos, puesto que ofrece una herramienta cuantitativa y estandarizada para evaluar un concepto que es inherentemente subjetivo: la calidad del servicio en el marco de un sistema. Al emplearse para analizar la percepción del servicio entre los usuarios (quienes solicitan los requisitos) y los desarrolladores (quienes los ejecutan), la Escala de Likert proporciona un método de comunicación objetiva, lo que ayuda a evitar malentendidos derivados del lenguaje cotidiano.

II.8 PRODUCTO MÍNIMO VIABLE

El "Mínimum Viable Product" o MVP por sus siglas en inglés, es una versión básica de un producto que permite validar una idea, evaluar su funcionamiento y comprobar la aceptación de este entre el público al que se dirige. El MVP es un producto que permite evaluar su aceptación en el mercado, facilitando la definición de una dirección para el éxito del producto, incluir mejoras y realizar ajustes. De este modo, los productos pueden expandirse y se lanzan al mercado de manera progresiva, lo que permite evitar riesgos y costos [33].

El proceso de creación de un MVP comienza con la adecuada formación de los miembros del equipo, dado que un grupo diverso puede examinar el producto desde múltiples perspectivas. A continuación, es necesario establecer las características de los elementos, incluyendo su forma, función y tecnología. Posteriormente, se debe identificar a nuestro cliente ideal, llevar a cabo pruebas del producto, recopilar comentarios y analizarlos en profundidad. El Producto Mínimo Viable, conocido como MVP, se emplea para prevenir grandes inversiones en la creación de productos nuevos que quizás no sean bien recibidos. Esto se logra mediante el diseño y la producción de un producto relativamente simple, que contenga las características que se van a evaluar, permitiendo así validar la idea en el mercado. Este enfoque ayuda a ahorrar recursos y a mejorar la eficiencia del tiempo [33].

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

El desarrollo de un Producto Mínimo Viable impacta de manera significativa y favorable convirtiendo la recopilación de requisitos de una actividad teórica (fundada en entrevistas y conjeturas) a un proceso práctico de verificación y aprendizaje. Facilita al equipo reunir la mayor cantidad posible de conocimientos confirmados sobre los clientes, realizando el menor esfuerzo y priorizando esta información en función de la evidencia. Al proporcionar un objeto "tangible" al usuario, se logran requisitos que son más exactos, mejor organizados por importancia y con un riesgo notablemente menor de ser desechados durante el proceso de desarrollo.

II.9 MARCO NORMATIVO VIGENTE

El desarrollo y la gestión de sistemas de software se han transformado en un elemento esencial para el funcionamiento y la competitividad de las empresas en la era digital. La dificultad natural de estos proyectos, junto con la obligación de asegurar la calidad, la seguridad, la capacidad de trabajar juntos y el respeto a las normas, requiere un método organizado y riguroso. En este contexto, la adopción y la implementación estricta de normas y políticas dentro del INEGI no son simplemente un requisito administrativo, sino un elemento esencial para el logro del éxito.

La presente tesis, se basa directamente en la normativa actual del INEGI, enfocándose especialmente en el desarrollo de sistemas informáticos. Mediante este estudio, se pretende reconocer los obstáculos comunes en su aplicación, analizar la relación entre la madurez de

los procesos organizacionales y el desempeño del proyecto para lograr una mayor eficacia y un software más confiable. Estas normativas son las siguientes:

A) **Políticas para el Desarrollo de Sistemas Informáticos.**
Fecha de publicación: **14/08/15** | Fecha de entrada en vigor: **15/08/15**
Documento que busca precisar procesos y funciones determinadas que establecen los criterios para coordinar el proceso de ingeniería de software para el desarrollo, administración y mantenimiento de aplicaciones para el INEGI en los ámbitos central, regional y estatal mediante el establecimiento de disposiciones normativas que faciliten el cumplimiento de sus necesidades en materia de sistemas informáticos.

B) **Manual de estándares para el desarrollo de sistemas informáticos en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.**
Fecha de publicación: **25/06/13** | Fecha de entrada en vigor: **26/06/13**
Documento que contiene en forma detallada, ordenada, sistemática e integral las disposiciones generales para el desarrollo y documentación de los sistemas informáticos que requiere el INEGI, en los ámbitos estadístico y geográfico, así como administrativos y de difusión en la Intranet Institucional e Internet, mediante la definición de estándares técnicos aplicables.

II.10 MATRIZ FODA

La matriz FODA es una técnica que ayuda a comprender la situación actual de una empresa y, de esta forma, proporciona un diagnóstico preciso que permite, a partir de ello, tomar decisiones alineadas con las metas y políticas definidas. El término FODA es un acrónimo que se compone de las iniciales de las palabras Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas. De estas cuatro variables, tanto las fortalezas como las debilidades son elementos internos a la empresa, lo que significa que es posible ejercer un impacto directo sobre ellas. En cambio, las oportunidades y amenazas son factores externos, por lo que en muchas ocasiones resulta complicado modificarlas [34] .

- **Fortalezas:** Se refieren a los elementos internos y positivos que tiene la empresa, los cuales sirven como recursos para alcanzar sus objetivos. Ejemplos de fortalezas incluyen: metas definidas y realizables, condiciones físicas adecuadas, formación adecuada, motivación, confianza, saber, aceptación, determinación, deseo, entre otros [34].
- **Debilidades:** Son los elementos negativos e internos de una organización o individuo que se consideran un impedimento para alcanzar un objetivo determinado. Ejemplos de estas deficiencias incluyen: ausencia de dirección, escasez de recursos para la acción, falta de motivación, manejo inadecuado de situaciones y recursos, confusiones, deficiencias en la capacitación, y dificultades interpersonales [34].
- **Las fortalezas y debilidades**: Determinan nuestro nivel de éxito en la ejecución del plan. Ciertas oportunidades y amenazas se generarán en relación con las fortalezas y debilidades de la compañía y sus productos, sin embargo, la mayoría

provendrá del entorno del mercado y de la competencia tanto presente como futura [34].

Relación entre los Conceptos definidos en el presente capítulo

En el ámbito del desarrollo de software institucional, la adopción de una metodología ágil híbrida que se centre únicamente en la fase de recopilación de requisitos tiene como objetivo mejorar los procesos iniciales de análisis, acortar su duración y dirigir recursos hacia un desarrollo más ágil, iterativo y enfocado en la calidad. La conexión entre los conceptos establecidos en este marco conceptual brinda un respaldo a esta propuesta de manera ordenada y lógica:

Primero, la calidad del software (II.1) es el punto principal de este estudio. Para alcanzarla, no basta con tener buenas prácticas de programación, sino también es esencial definir correctamente los requisitos del sistema, dado que errores o imprecisiones en esta fase pueden llevar a problemas costosos en etapas posteriores.

Las metodologías ágiles (II.2) proporcionan estructuras de trabajo flexibles, cooperativas y ajustables, que son adecuadas para hacer frente a cambios continuos en las demandas del usuario. En esta investigación, esas metodologías no se implementan en todo el ciclo de vida del desarrollo, sino que se ajustan de manera híbrida específicamente a la fase de Ingeniería de Requisitos (RE) (II.3), con el objetivo de aumentar su eficiencia sin poner en riesgo la trazabilidad ni el cumplimiento de las normativas.

En el marco de esta Ingeniería de Requisitos ágil, se utilizan herramientas como el Agile Inception Deck (II.5), que facilita la alineación rápida de todos los participantes clave del proyecto en relación con los objetivos, limitaciones y alcance del sistema. Mediante actividades en grupo y preguntas importantes, el AID disminuye el tiempo necesario para crear una visión común.

De igual manera, se incorpora el enfoque de Lean Change Management (II.6), que facilita la administración del cambio organizacional relacionado con el desarrollo de nuevos sistemas, permitiendo la inclusión de mejoras continuas en los procesos de recolección de requisitos sin provocar resistencia entre los equipos de trabajo ni entre las áreas usuarias.

La definición exacta y conjunta de un Producto Mínimo Viable (II.8), producto del proceso ágil de requisitos, facilita la priorización de las funciones esenciales y brinda valor al usuario desde el inicio. Esta estrategia permite realizar ciclos rápidos, durante los cuales el producto puede modificarse y perfeccionarse de manera gradual.

Es fundamental destacar que cada propuesta metodológica debe estar en consonancia con el Marco Normativo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (II.9), que define criterios tanto técnicos como administrativos para asegurar la interoperabilidad, la protección de la información y la normalización de los procedimientos. La metodología híbrida sugerida se desarrolla de acuerdo con este marco institucional, garantizando su factibilidad práctica.

Finalmente, la valoración de la calidad que el usuario asigna al servicio de desarrollo de sistemas obtenido se lleva a cabo utilizando el modelo SERVQUAL (II.4), el cual facilita la medición de la satisfacción del cliente en base a cinco dimensiones del servicio. Con ese propósito, se empleará una escala de Likert (II.7) que mide la percepción del usuario sobre la utilidad, fiabilidad y adecuación del servicio proporcionado.

En conjunto, estas ideas se organizan en una propuesta de método que agilizara la etapa de análisis de requisitos, utilizando herramientas y estrategias ágiles, sin afectar la calidad, el cumplimiento de normas ni la satisfacción del usuario final. Esta estrategia tiene como objetivo mejorar de manera favorable los tiempos de desarrollo, la eficiencia del equipo y la valoración que los usuarios institucionales tienen sobre el servicio.

¿De qué manera contribuye este rubro al levantamiento de requisitos para lograr los objetivos de la tesis?

El conjunto de normas internas de una empresa ya sea pública o privada, afecta de manera importante la recolección de requisitos al establecer límites definidos, directrices obligatorias y estándares de calidad desde el principio. Esto minimiza la confusión, garantiza el cumplimiento de normativas legales y técnicas, y orienta la recopilación y el estudio hacia soluciones que son factibles, seguras y apropiadas para la organización. Establece qué requisitos deben ser tenidos en cuenta y qué fuentes de información tienen prioridad sobre las preferencias personales de los usuarios.

Capítulo III Metodología

En la sección I.1 se especifica el impacto que tienen para el levantamiento de requisitos las metodologías seleccionadas si se aplicaran de manera individual. Se presentan sus limitaciones y una tabla comparativa de cómo el combinarlas mitiga y complementa mejor su aplicación.

Posteriormente en la sección III.2 se define la forma en cómo estas metodologías fueron integradas en el presente trabajo y que actividades clave de cada una de ellas fue tomada argumentando la relación que tiene dentro del entorno de INEGI.

En la sección II.3 se plantea la metodología final resultante para este trabajo, así como su objetivo, beneficios y etapas principales.

III.1 ¿POR QUÉ HÍBRIDO?

Varios estudios han demostrado que el uso exclusivo de metodologías como Agile (incluyendo Agile Inception Deck) y Lean Change Management en la recolección de requisitos tiene limitaciones significativas que pueden afectar la calidad del proceso. Entre los retos más destacados que se han señalado están:

1. Enfoque exclusivo en Agile Inception Deck [35]**:**

- **Descuido de los requisitos no funcionales:** Agile suele enfocarse en los requisitos funcionales, lo que puede llevar a descuidar aspectos importantes como la seguridad, el rendimiento o la facilidad de mantenimiento.
- **Documentación mínima:** La escasa producción de documentos puede resultar en requisitos que sean incompletos, poco claros o mal definidos, lo que dificulta su validación posterior.
- **Escasa disponibilidad o autoridad limitada del cliente:** La falta o mínima participación del cliente en el proceso genera confusiones o disputas en la definición de los requisitos.
- **Dificultades en la comunicación y la coordinación:** En grupos distribuidos, la ausencia de un entendimiento común y las inadecuadas prácticas de comunicación disminuyen la calidad de los requisitos.
- **Cálculos imprecisos y mala administración del cambio:** La variabilidad de las necesidades en Agile influye en la programación y los gastos del proyecto.
- **Retrabajo en ambientes de desarrollo continuo:** La falta de comprensión compartida, especialmente en los requisitos no funcionales, ha mostrado ocasionar hasta un 78 % de retrabajo en varios estudios.

2. Enfoque exclusivo en Lean Change Management [36]**:**

- **Resistencia cultural al cambio:** La adopción de Lean demanda una modificación significativa en la cultura de la organización; sin esta alteración, los procesos no podrán mantenerse de forma sostenida a largo plazo.
- **Ausencia de liderazgo o visión estratégica definida:** La falta de una dirección firme genera la desorganización de las prácticas, lo que disminuye su efectividad.
- **Escasez de recursos y capacitación técnica:** Lean requiere formación y apoyo constantes, lo que representa una dificultad para organizaciones con recursos limitados.

- **Dificultad para adaptarse a entornos no productivos:** Puesto que Lean fue diseñado para ambientes industriales, su implementación directa en contextos como el desarrollo de software podría no ser efectiva.
- **Ausencia de constancia en la mejora:** Sin una cultura sólida de mejora continua, las prácticas suelen dejarse de lado con el paso del tiempo.
- **Elevadas tasas de fracaso en transformaciones organizacionales:** Se calcula que entre el 60 % y el 90 % de estas iniciativas no tienen éxito, principalmente debido a la ausencia de compromiso por parte de los líderes y a la falta de una comunicación adecuada.

Estas pruebas refuerzan la importancia de integrar métodos que minimicen las debilidades de cada técnica por separado y garanticen un proceso de recolección de requisitos más sólido, duradero y adecuado a situaciones reales. Varios estudios y experiencias prácticas indican que un enfoque híbrido puede proporcionar ventajas significativas en la recopilación de requisitos, al integrar las fortalezas complementarias de ambos marcos [37].

Las principales ventajas de un modelo híbrido Agile–Lean de esta integración incluyen:

1. **Mitigación de deficiencias en la documentación y en los requisitos no funcionales:** La integración de principios Lean dentro de un enfoque Agile ayuda a abordar la limitada documentación y la habitual falta de atención a los requisitos no funcionales, al incluir prácticas dirigidas a la mejora constante, la priorización de valores organizacionales y una comprensión más profunda del área problemática.
2. **Contribución estructural de Lean en cultura y transformación organizacional:** Mientras que Agile se centra en la flexibilidad y la rápida entrega de resultados, Lean proporciona una estructura definida en la gestión del cambio y la evolución cultural, lo que facilita una mejor alineación estratégica con los interesados y una mayor sostenibilidad en los procesos.
3. **Manejo equilibrado entre flexibilidad y aplicación sistemática:** El enfoque híbrido facilita una conducción más estricta del cambio organizacional (característica de Lean) sin renunciar a las ventajas de las iteraciones ágiles, tales como la retroalimentación temprana, la validación constante de requisitos y la capacidad de adaptarse a situaciones cambiantes.

En resumen, la fusión de ambos enfoques no solo reduce las limitaciones observadas en su aplicación por separado, sino que potencia el proceso de recopilación de requisitos al ofrecer una mayor claridad estratégica, mejorar la comunicación con los interesados y proporcionar una implementación técnica más sólida y flexible [38] . La siguiente tabla (Tabla 3) muestra la relación entre las limitaciones de agile inception deck y lean change management, y cómo el modelo híbrido las mitiga.

Tabla 4. Tabla comparativa de las metodologías ágiles seleccionadas y su ventaja al combinarlas.

Aspecto / Factor Crítico	Agile Inception Deck (limitaciones)	Lean Change Management (limitaciones)	Cómo lo mitiga el modelo híbrido propuesto
Levantamiento de requisitos no funcionales	Tiende a ignorarlos o tratarlos superficialmente. Enfocado en valor inmediato y funcionalidad visible.	No aborda directamente los requisitos técnicos o de calidad del sistema.	Integra revisión sistemática de requisitos funcionales y no funcionales en etapas específicas, reforzando validación técnica desde el inicio.
Documentación y trazabilidad de requisitos	Se minimiza la documentación (valor al software funcionando), lo que puede provocar ambigüedad.	No establece formatos claros para documentación técnica o de requisitos.	Se introducen artefactos híbridos (canvas, mapas de cambio + historias de usuario) que permiten trazabilidad ligera pero efectiva.
Participación del cliente / stakeholders	Alta dependencia de disponibilidad continua del cliente. Si falla, se afectan los resultados.	Si no hay compromiso organizacional, se paraliza el cambio.	Establece espacios y roles específicos (actores clave de cambio + representantes de negocio) con tareas y tiempos definidos.
Gestión del cambio organizacional	No es su objetivo principal. Cambios en cultura o procesos suelen ser emergentes o accidentales.	Es su eje central, pero no considera iteraciones cortas típicas del desarrollo ágil.	Se estructura un flujo de cambio continuo ligado a cada iteración de desarrollo, permitiendo ajuste dinámico de procesos y cultura.
Planificación iterativa y validación temprana	Muy fuerte en esto, pero puede fragmentar la visión global si no se acompaña de una estrategia de cambio.	Generalmente trabaja en ciclos más amplios y reflexivos, no pensados para validación técnica ágil.	Integra mecanismos de feedback en cada etapa de levantamiento, validando hipótesis de negocio y requisitos con cada iteración.
Sostenibilidad y adopción de prácticas	La adopción depende mucho del equipo. Sin cultura de mejora, puede volverse mecánico.	Sin liderazgo fuerte o visión estratégica clara, el cambio se estanca o se abandona.	Define mecanismos de sostenimiento: roles de facilitador del cambio + artefactos de continuidad + revisión retroactiva estratégica.
Visión y alineación estratégica del producto	Puede quedar limitada al backlog técnico si no se vincula al propósito organizacional.	Pone mucho énfasis en la alineación estratégica, pero no aterriza fácilmente al backlog o tareas del equipo técnico.	Fusiona propósito organizacional (Lean) con definición de producto (Agile Inception), logrando que la estrategia impacte las decisiones técnicas.
Adaptabilidad del proceso en distintos contextos	Funciona bien en startups o equipos pequeños; en	Aplicación rígida o muy genérica; requiere mucha personalización para	Estructura modular de 4 etapas con pasos flexibles, que pueden adaptarse según el tipo de proyecto, madurez

	entornos complejos, pierde escalabilidad.	cada cultura o estructura organizacional.	del equipo y complejidad organizacional.

III.2 INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS CLAVE

Con la finalidad de crear un método más eficiente para la recolección de requisitos en proyectos de desarrollo de software, se eligió incorporar aspectos esenciales de dos marcos conceptuales actuales: Agile Inception Deck y Lean Change Management. Esta elección surge de la necesidad de tener un enfoque ágil, flexible y centrado en comprender a fondo las necesidades del cliente, así como en gestionar el cambio de forma constante y en colaboración.

El Inception Deck, que se utiliza mucho en ambientes ágiles, proporciona herramientas que ayudan a alinear las expectativas entre los equipos de desarrollo y las partes interesadas desde las primeras fases del proyecto. Lean Change Management, a su vez, enriquece este enfoque al ofrecer métodos iterativos para implementar cambios de manera adaptable, lo que disminuye la resistencia y mejora la participación de los participantes.

La metodología que surge de esta fusión híbrida tiene como objetivo aumentar la calidad y exactitud en la recolección de requisitos, impulsar la implicación de los usuarios importantes y disminuir la necesidad de rehacer tareas en etapas posteriores del ciclo de vida del software. A continuación, se exponen los principios y etapas extraídos de cada una de las metodologías, así como su implementación práctica en el marco del proyecto de investigación.

Etapas Adaptadas del Agile Inception Deck

1. **¿Por qué estamos aquí?**
   Esta etapa se enfoca en clarificar el propósito del proyecto con base en los requerimientos institucionales del INEGI y las necesidades operativas del área contable. Se reúnen representantes del área técnica y contable para establecer los objetivos clave del sistema, identificando a los usuarios finales, los procesos contables implicados y el impacto esperado.

2. **¿Qué es lo que no haremos o no debemos hacer?**
   Dado el carácter regulado del entorno contable en el sector público, es fundamental establecer límites claros. Aquí se definen explícitamente las funcionalidades fuera del alcance del sistema, evitando desviaciones hacia soluciones que no agregan valor o que contradicen lineamientos institucionales o normativas contables.

3. **¿Cómo debe ser la solución técnica?**
   Se discuten las características deseadas de la solución tecnológica con los equipos de desarrollo del INEGI, considerando compatibilidad con sistemas existentes, seguridad de la información y escalabilidad. También se consideran restricciones tecnológicas institucionales, como el uso de plataformas propias o estándares gubernamentales.

4. **¿Cuáles son los riesgos a los que nos enfrentamos?**
   Se identifican posibles obstáculos, tanto técnicos como organizacionales: resistencia al cambio en el área contable, dependencia de sistemas externos, limitaciones presupuestarias o falta de documentación de procesos actuales.

5. **¿Cuánto nos costará hacer el producto en tiempos?**
   Se realiza una estimación temporal preliminar con participación del área de desarrollo, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos humanos, las prioridades institucionales y los ciclos presupuestales del INEGI.

6. **¿Qué realmente podemos entregar y qué no?**
   Se definen los entregables mínimos viables para la primera fase del proyecto, reconociendo los elementos críticos que deben estar disponibles para garantizar la funcionalidad básica y aquellos que pueden diferirse a futuras fases.

7. **¿Qué necesitamos para desarrollar el producto?**
   Se evalúan los recursos técnicos, humanos y de conocimiento necesarios para comenzar el desarrollo. Esto incluye disponibilidad de especialistas contables para aclarar dudas, acceso a datos históricos y herramientas de desarrollo autorizadas por el INEGI.

Etapas Adaptadas del Lean Change Management

1. **Insights o descubrimientos**
   Antes de formalizar requisitos, se recopila información cualitativa mediante entrevistas con usuarios clave del área contable, observación de procesos diarios y revisión de documentación. Esto permite entender el contexto real de uso del sistema y detectar puntos críticos o ineficiencias actuales.

2. **Opciones o alternativas**
   Con base en los hallazgos previos, se construyen diversas propuestas funcionales para resolver los problemas detectados. Estas propuestas se valoran en términos de esfuerzo técnico, cumplimiento normativo y utilidad para el área contable. Posteriormente se priorizan en conjunto con los usuarios.

3. **Experimento**
   Una vez elegida la alternativa prioritaria, se diseña un Modelo Viable de Cambio Mínimo (MVC), que consiste en una versión simplificada o prototipo del sistema. Esta versión se valida con usuarios reales mediante pruebas controladas, permitiendo ajustar requisitos y funcionalidades antes del desarrollo completo.

A continuación, se presenta el diagrama que ilustra el flujo propuesto para la aplicación estructurada de las fases seleccionadas de cada metodología dentro del nuevo modelo híbrido (Fig.1)

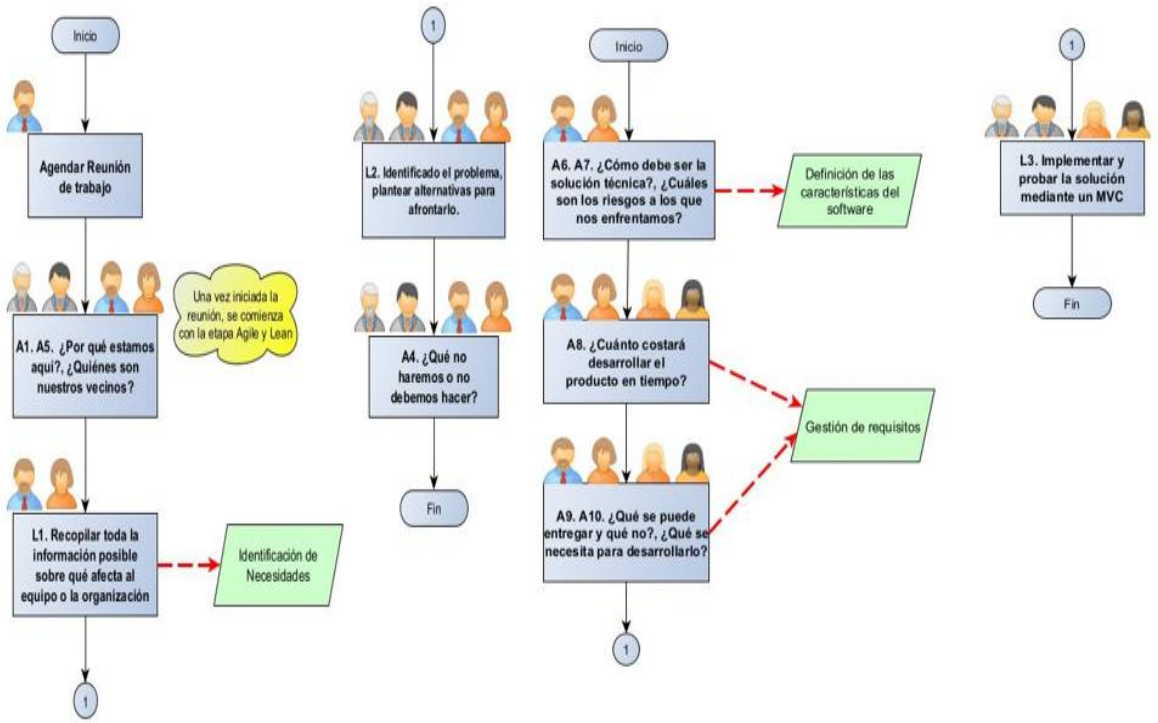


Fig. 1 Flujo propuesto para la mezcla de metodologías.

III.3 METODOLOGÍA FINAL

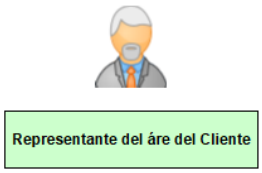
III.3.1 BENEFICIOS

A continuación, se describen los principales beneficios que se lograrán al implementar esta metodología de desarrollo, cambiando la manera en que el área de desarrollo de sistemas enfrenta los retos en la recolección y análisis de requisitos y entrega resultados al usuario.

1. Adaptabilidad ante cambios.
2. Participación activa y colaborativa de usuarios y desarrolladores.
3. Reducción de riesgos y supuestos.
4. Es ideal para entornos con alta incertidumbre, muchas partes interesadas y necesidad de alineación transversal.
5. Está pensada para ser iterativa, puedes repetir partes del proceso si surgen nuevos hallazgos.

III.3.2 DEFINICIÓN DE ACTORES PRINCIPALES

Los actores y/o representantes fueron tomados del manual “Políticas para el Desarrollo de Sistemas Informáticos” proporcionado por el INEGI, el cual es vigente a partir de agosto de 2015 para todas las áreas de desarrollo, así como las responsabilidades inherentes a cada uno.

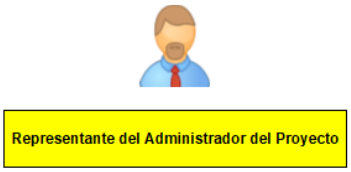


Cliente / Representante del área del cliente

- Asistir a las reuniones relacionadas con la atención del Proyecto de desarrollo a las que sea convocado;
- Proveer la información requerida durante las diferentes etapas del Proyecto de desarrollo;
- Aprobar que los productos del Proyecto de desarrollo cumplen con los Requerimientos definidos;
- Emitir la liberación del Sistema informático para su puesta en el Ambiente de producción con base en el resultado del Plan de calidad.
- Verificar periódicamente que el Sistema informático se mantengan ejecutando correctamente en el ambiente de producción y en su caso, coordinarse con el Enlace informático de su área para realizar las acciones que resulten pertinentes;
- Gestionar con la Unidad Administrativa responsable el control de alta, baja o modificación de usuarios o roles de los Sistemas, en caso de ser necesario;

Enlace Informático / Representante del enlace informático

- Gestionar con los responsables de servicios informáticos y con los responsables de soporte tecnológico de la DGAI, los Recursos informáticos requeridos por el Proyecto de desarrollo en todas sus etapas;
- Organizar los recursos necesarios para dar soporte técnico al Sistema informático una vez concluidas las etapas de implantación y aceptación;
- Gestionar ante la DGAI los servicios de monitoreo y seguimiento al desempeño de los Sistemas que se encuentren en Ambiente de producción;
- Mantener informada a la OCPI, en conjunto con el Administrador del proyecto, de cualquier cambio significativo en los alcances, estrategia, programa de trabajo, responsables y criterios generales del Proyecto de desarrollo, o cualquier otra circunstancia que por acuerdo del Grupo de coordinación deba ser informada.



Líder del proyecto / Jefe departamento de desarrollo de software

- Citar a las reuniones del Grupo de coordinación;

- Coordinar y dar seguimiento a los Requerimientos del sistema durante la ejecución de las etapas del Proyecto de desarrollo;
- Acordar con el Grupo de coordinación las adecuaciones que sean necesarias realizar durante la ejecución del Proyecto de desarrollo;
- Dar seguimiento a los avances del Equipo de desarrollo en todas las etapas del Proyecto de desarrollo a través del Líder de desarrollo;
- Llevar la relación, atención y seguimiento de los acuerdos tomados por el Grupo de coordinación;

Equipo de desarrollo de software

- El Equipo de desarrollo será coordinado por un Líder de desarrollo designado por el Grupo de coordinación.
- Llevar a cabo la ejecución de las etapas del Proceso de desarrollo de sistemas requeridas para cumplir con los objetivos del Proyecto de desarrollo;
- Cuidar la calidad del Sistema informático, asegurándose que cubra los requerimientos de funcionalidad y los estándares establecidos y aplicables según el ámbito de operación: Internet, Intranet, discos compactos, de escritorio u otros;
- Atender los acuerdos del Grupo de coordinación que les sean comunicados por el Líder de desarrollo;
- Mantener informado al Líder de desarrollo sobre cualquier situación que impacte al Proyecto de desarrollo.

III.3.3 ETAPAS Y ACTIVIDADES PRINCIPALES

Etapa 1: Preparación del Entorno de Trabajo

Objetivo: Establecer el marco de trabajo, el contexto y la disponibilidad de los participantes clave. y el entorno en el que se desarrollará el producto.

Actividades:

1. Agendamiento de la sesión: El líder del equipo de desarrollo organiza la reunión principal con todos los actores relevantes.
2. Contextualización inicial: Breve recordatorio del propósito del proyecto y del producto que se busca construir.
3. Identificación de partes interesadas: Mapeo visual de las partes involucradas.

Etapa 2: Exploración y Enfoque del Problema

Objetivo: Entender el problema desde múltiples perspectivas y definir alternativas de solución.

Actividades

1. Recolección de necesidades: Entrevistas informales, observaciones para detectar problemas actuales.

2. Análisis del problema y generación de alternativas: Se prioriza con base en valor, costo e impacto.
3. Definición de límites: ¿Qué no queremos que el producto sea? ¿Qué no vamos a hacer?

Etapa 3: Planificación y Diseño de la Solución
Objetivo: Alinear expectativas, definir características clave y gestionar riesgos.
Actividades:

1. Alineación de características: Definir qué funcionalidades y características debe tener el producto.

2. Gestión de riesgos: Pensar en posibles obstáculos o problemas durante el desarrollo.
3. Desarrollar un plan de trabajo: Desglosar el proyecto en tareas más pequeñas y asignarlas a diferentes equipos.

4. Estimación de recursos y tiempo: Análisis preliminar de la factibilidad técnica y humana sin establecer compromisos rígidos.
5. Criterios de flexibilidad: Definir cuándo se puede negociar y cuándo no ante situaciones imprevistas.

Etapa 4: Desarrollo y Validación Inicial
Objetivo: Desarrollar una solución funcional que atienda las necesidades del usuario y validar su eficacia mediante retroalimentación.
Actividades:

1. Crear el diseño del sistema: Diseñar la estructura del sistema y su interfaz de usuario.
2. Escribir el código: Implementar el software de acuerdo con el diseño propuesto.
3. Desplegar el software: Realizar pruebas técnicas durante el desarrollo y validar con usuarios reales.
4. Realizar actualizaciones y mejoras: Ajustar y mejorar el producto con base en los resultados obtenidos.

Capítulo IV Resultados

En la sección I.1 se presentan los documentos principales que fueron elaborados para dar seguimiento a la implementación de la nueva metodología dentro del área de desarrollo B3.

Posteriormente en la sección IV.2 se presentan evidencias de cómo la metodología fue aplicada en el área de desarrollo seleccionada y una breve descripción de cómo se llevó a cabo. En la sección IV.3 se muestran las gráficas y estadísticas resultantes de la aplicación de la metodología.

En la sección IV.4 se presentan los resultados de una evaluación hecha por un panel de expertos en la materia sobre la efectividad y viabilidad de la metodología en un entorno real; así como, en análisis final de dicha evaluación.

IV.1 Diseño de Artefactos

En esta sección se muestran los dos instrumentos creados con el objetivo de evaluar y optimizar el servicio ofrecido por el área de desarrollo de software. Los dos instrumentos fueron esenciales para recopilar información importante que ayuda en el análisis y en la toma de decisiones dirigidas a la mejora continua del área evaluada.

IV.1.1 CUESTIONARIOS DE EVALUACIÓN DE SERVICIOS

Se elaboró un cuestionario que facilitó la obtención de la opinión de los usuarios sobre la calidad del servicio brindado, así como otro cuestionario destinado a captar la percepción sobre el respaldo que ofrecen los usuarios (Apéndice VI.1).

Su estructura basada en 4 dimensiones genera 15 preguntas (Fig.2). Para determinar la importancia de cada una, se maneja una escala de Likert, que es una técnica psicométrica utilizada en encuestas para medir el grado de acuerdo o desacuerdo de una persona con respecto a una afirmación o enunciado. Se presenta como una serie de opciones ordenadas en una escala, generalmente de 5 o 7 puntos [32] , para este trabajo se utilizaron del 1 al 7 donde el 1 representa el puntaje más bajo, cuando el cliente/desarrollador está en total desacuerdo y el 7 representa el puntaje más alto, cuando el cliente/desarrollador está muy de acuerdo con lo evaluado.

El siguiente grupo de declaraciones se refiere a lo que usted piensa sobre el apoyo proporcionado por el personal la **Dirección de Contabilidad Institucional** dentro de INEGI. No hay respuestas correctas o incorrectas, solamente nos interesa la percepción que tiene usted sobre esta figura institucional y el apoyo que le proporcionan.

Instrucciones: Para cada declaración, señale con un círculo el número que mejor represente su punto de vista. Conteste de la manera más honesta posible la encuesta de acuerdo con la siguiente tabla de equivalencias.

Totalmente de acuerdo	= 1 punto
Bastante de acuerdo	= 2 puntos
De acuerdo	= 3 puntos
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	= 4 puntos
En desacuerdo	= 5 puntos
Bastante en desacuerdo	= 6 puntos
Totalmente en desacuerdo	= 7 puntos

DIMENSIÓN DE FIABILIDAD

1	Cuando promete proporcionar información solicitada en cierto tiempo, lo debe cumplir.	1 2 3 4 5 6 7
2	Cuando usted tiene duda con alguna solicitud, el área contable debe mostrar un sincero interés en resolverlo.	1 2 3 4 5 6 7
3	El área contable debe proporcionar información libre de errores.	1 2 3 4 5 6 7
4	El área contable debe proporcionar información completa y veraz.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SENSIBILIDAD

1	El área contable debe proporcionar un servicio rápido.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área contable siempre debe estar dispuestos a ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área contable nunca debe estar demasiado ocupados para ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SEGURIDAD

1	El comportamiento del personal del área contable debe infundir confianza en usted.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área contable debe ser corteses de manera constante con usted.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área contable debe tener conocimiento para responder a sus preguntas.	1 2 3 4 5 6 7
4	El personal del área contable debe estar disponible cuando se requiera por cuestiones críticas en el desarrollo del sistema	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE EMPATÍA

1	El personal del área contable debe dar atención individualizada al equipo de desarrollo.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área contable debe entender sus necesidades en cuanto al desarrollo del sistema se refiere.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área contable debe tener personal para dar atención personal a cada uno de los miembros del equipo de desarrollo	1 2 3 4 5 6 7
4	El personal del área contable debe preocuparse por el equipo de desarrollo.	1 2 3 4 5 6 7

Fig. 2 Ejemplo del cuestionario aplicado al área de Desarrollo para la evaluación del servicio.

IV.1.2 PLANTILLA PARA LAS REUNIONES

Se elaboró un formato particular para la gestión y monitoreo de las reuniones laborales, con el objetivo de organizar la documentación de convenios, progresos y responsabilidades futuras (Apéndice VI.2).

En este formulario se consideró el número de requerimiento a que atiende, así como en plan de trabajo al que pertenece. Cada uno de los requerimientos fueron clasificados de acuerdo con su prioridad, impacto y tratamiento. De las reuniones, fueron contabilizadas aquellas con mayor impacto para el proceso de desarrollo, y se registró su fecha de inicio y término para calcular los días que se llevó.

PLANTILLA REUNIONES

Aplicación/Servicio: SIA CONTABILIDAD
Plan de Trabajo: POIA 2024

Requerimiento No.: Punto 7

Prioridad: *Indicar el riesgo que se corre al no aplicar el cambio.*
[ ] Emergencia
[ ] Alto
[ ] Medio
[ ] Bajo

Impacto: *Indicar el nivel de afectación al aplicar el cambio.*
[ ] Mayor= Impacta procesos críticos o gran cantidad de usuarios,
[ ] Significativo= Impacta un alto número de usuarios, Involucra tiempos fuera de servicios.
[ ] Menor= Impacta un porcentaje pequeño de usuarios.
[ ] Estándar= Impacta a poco de usuarios, acordado como proceso común de operación.

Tratamiento: *En base a la prioridad e impacto definido, especificar el tratamiento para la actualización*
[ ] Ordinaria
[ ] URGENTE

NOMBRE DE LA TAREA	INICIO	FINALIZACIÓN	DURACIÓN (DÍAS)	ESTADO	COMENTARIOS
Sprint 1					
Sprint 2					
Sprint 3					
Sprint 4					
Sprint 5					

Fig. 3 Ejemplo del formato de control para las reuniones.

IV.2 Implementación de la metodología

Para llevar a cabo la ejecución y aplicación de esta metodología, a continuación, se presentan de manera general las etapas realizadas.

1. Se realizó una evaluación sobre la percepción del servicio tanto por parte del área desarrolladora, como por los clientes. Esta evaluación se llevó a cabo en enero de 2025 (Fig.4).

DIMENSIÓN DE FIABILIDAD

1	Cuando promete hacer algo en cierto tiempo, lo debe cumplir.	1 2 3 4 5 6 7
2	Cuando usted tiene un problema, el área de desarrollo de sistemas debe mostrar un sincero interés en resolverlo.	1 2 3 4 5 6 7
3	El área de desarrollo debe entregar los aplicativos en el momento que promete hacerlo.	1 2 3 4 5 6 7
4	El área de desarrollo debe entregar aplicativos libres de errores.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SENSIBILIDAD

1	El área de desarrollo debe mantener informados a los usuarios sobre cuándo estarán disponibles los aplicativos.	1 2 3 4 5 6 7
2	El área de desarrollo debe proporcionar un servicio rápido.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área de desarrollo siempre debe estar dispuestos a ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7
4	El personal del área de desarrollo nunca debe estar demasiado ocupados para ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SEGURIDAD

1	El comportamiento del personal del área de desarrollo debe infundir confianza en usted.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área de desarrollo deben ser corteses de manera constante con usted.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área de desarrollo debe tener conocimiento para responder a sus preguntas.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE EMPATÍA

1	El área de desarrollo de sistemas debe dar atención individualizada a los usuarios.	1 2 3 4 5 6 7
	El área de desarrollo de sistemas debe entender sus necesidades	

Fig. 4 Ejemplo de un cuestionario aplicado a personal del área cliente.

2. Para la **Etapa 1, Preparación del entorno de trabajo**. Se realizó por medio de la aplicación Outlook de Office365, el agendamiento de las reuniones; estas reuniones, fueron agendadas por el jefe de Departamento B3 y/o Enlace informático (Fig.5)(Fig.6).

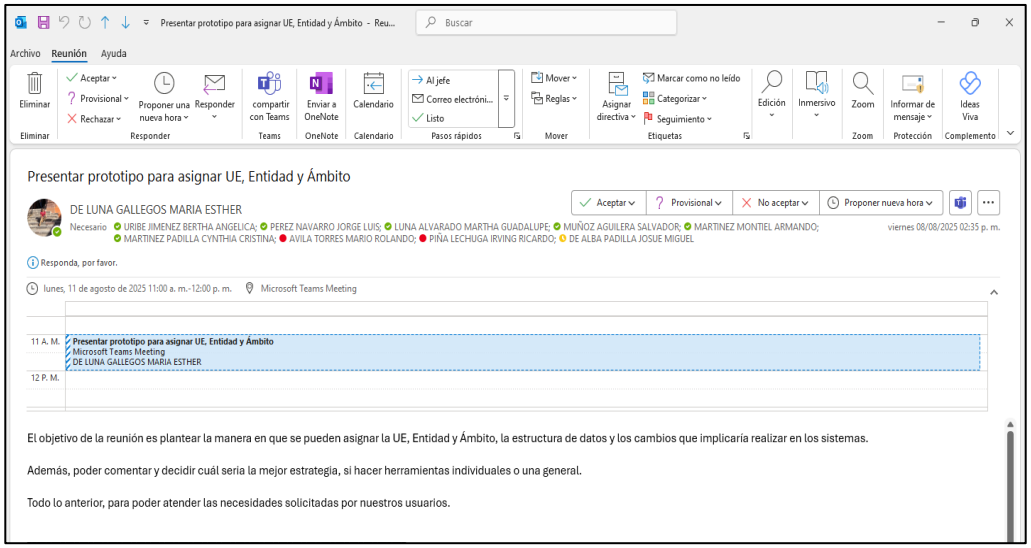


Fig. 5 Ejemplo del agendamiento de la reunión por medio de Outlook.

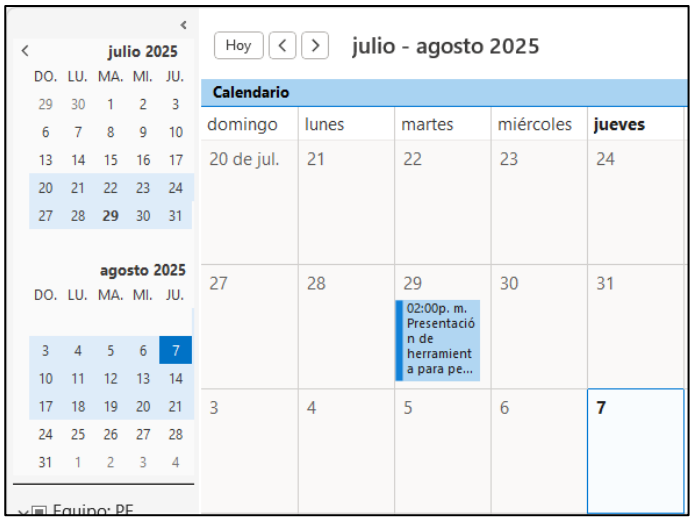


Fig. 6 Ejemplo de la reunión ingresada al calendario de Outlook.

3. Para la **Etapa 2, Exploración y enfoque del problema**. Se realizaron videollamadas mediante la aplicación de Teams, de Office365. En estas reuniones estuvieron presentes un representante del área del cliente, el jefe de departamento B3, en enlace informático y el equipo de desarrollo de software (Fig.7)(Fig.8).

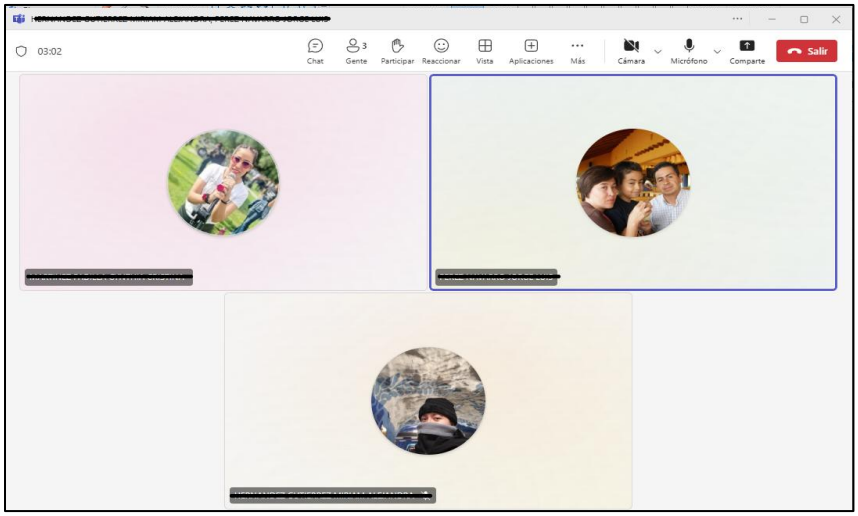


Fig. 7 Ejemplo de una llamada con el equipo de desarrollo.

Fig. 8 Ejemplo de las llamadas realizadas para la atención de requerimientos.

4. Para la **Etapa 3, Planificación y diseño de la solución**. Se realizó mediante la aplicación Paint, el diseño preliminar de las pantallas de los nuevos módulos solicitados en el plan de trabajo 2025 por el equipo de desarrollo (Fig.9). Así mismo, por parte del área del cliente se recibieron pantallas prototipo dentro del documento de requerimientos enviado en formato pdf (Fig.10).

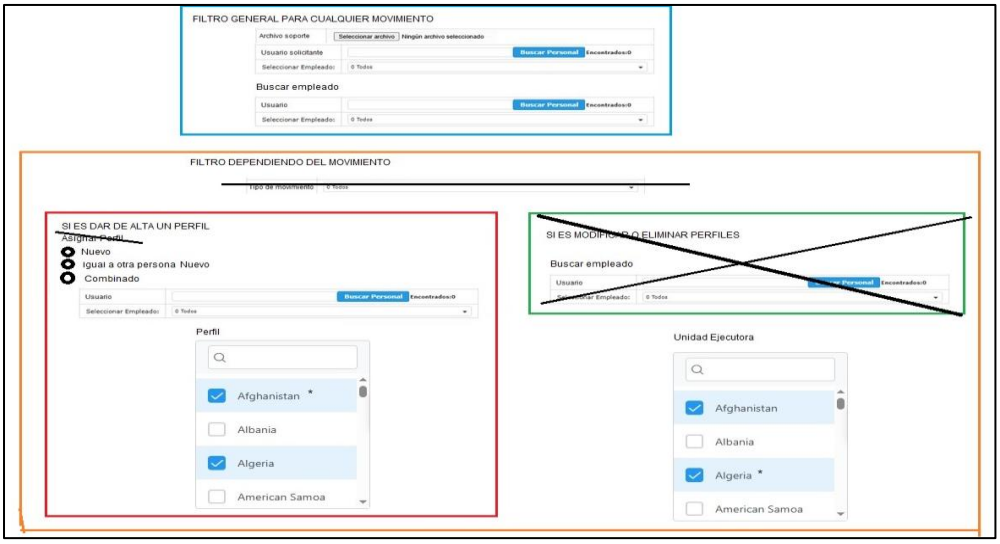


Fig. 9 Ejemplo del diseño de pantallas en Paint por el equipo de Desarrollo.

Agregar en la opcion **"Carga de documentos soporte a pólizas manuales"**, específicamente en el area de filtros una lista desplegable (combo) que permita filtrar las pólizas del usuario firmado que consulta (default) y con otra opcion de Todas en la cual mostrara todas las pólizas que actualmente puede ver el usuario firmado conforme su perfil.

Ejemplo:

Filtrar pólizas:

Solo mis pólizas (default)

Todas.

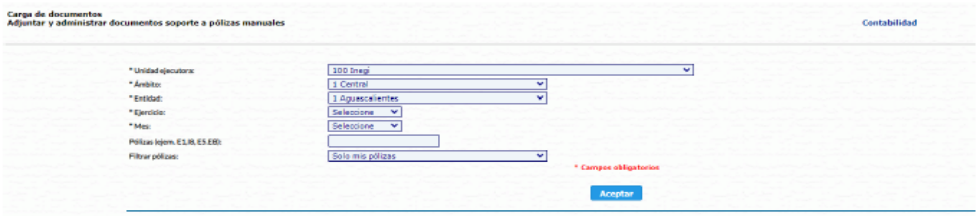


Fig. 10 Ejemplo del diseño de pantallas enviado en pdf por el area del cliente.

5. Para la **Etapa 4, Desarrollo y validación inicial**. Se realizó el prototipo MVP, de los módulos solicitados. Estos módulos fueron desarrollados en lenguaje JAVA y utilizando el framework Prime Faces 4.0 (Fig.11) y 11.0 (Fig.12). Y publicado en el servidor de pruebas weblogic que se tiene para este propósito.

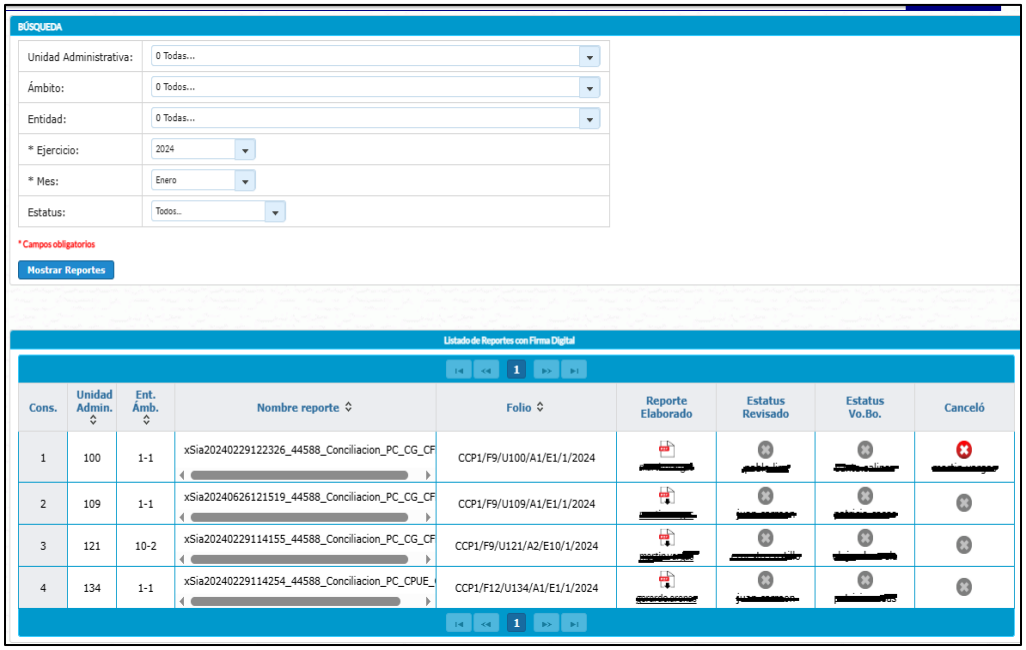


Fig. 11 Ejemplo del prototipo de Firma Digital electronica con Prime Faces 4.

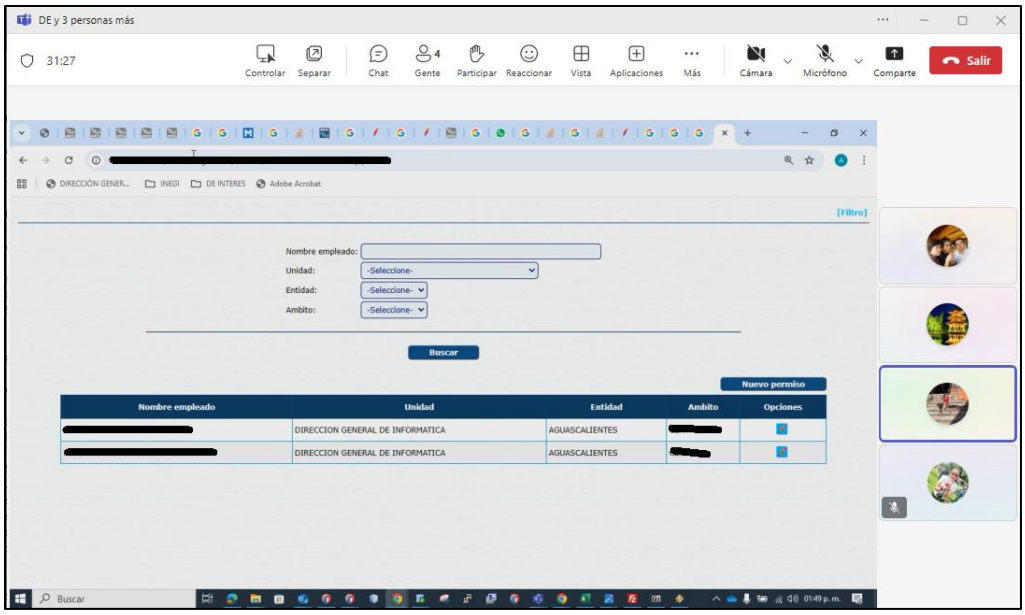


Fig. 12 Ejemplo del prototipo de Asignación de perfiles con Prime Faces 11.

IV.3 Resultados de la implementación

Estas etapas se han llevado a cabo desde el 12 de febrero de 2025 al 31 de julio de 2025, en la cual se han atendido un total de 5 puntos y 2 se encuentran en etapa de análisis. A continuación, se presentan las estadísticas obtenidas:

A) Sobre la evaluación de percepción del servicio ofrecido por parte del Área de desarrollo.

En la gráfica 1 (Fig.13), las mayores debilidades con que cuenta el área de desarrollo son la **Empatía** (3.21) y la **Sensibilidad** (3.11). En contraste, en la gráfica 2 (Fig.14), la mayor debilidad es la **Fiabilidad** (1.33), y la **Empatía** (1.08). Esto nos indica que durante estos 6 meses la percepción de la atención prestada al cliente no varió significativamente; se podría trabajar en mejorar aspectos como el sincero interés por resolver problemas, realizar bien el servicio a la primera vez, ofrecer atención individualizada, comprender las necesidades de los clientes por parte del área de desarrollo.

En la gráfica 1 (Fig.13), la **Seguridad** (2.17) es el área con el promedio más bajo, para la gráfica 2 (Fig.14), también la **Seguridad** (0.50) es la categoría más baja, lo que sugiere una alta percepción de seguridad, amabilidad, conocimientos suficientes por parte del equipo de desarrollo.

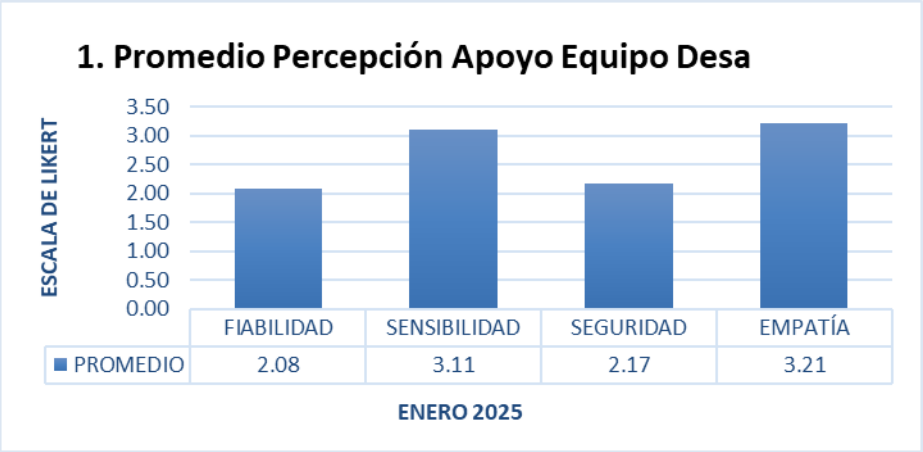


Fig. 13 Percepción sobre la atención que brinda el equipo de desarrollo al área usuaria (enero 2025).

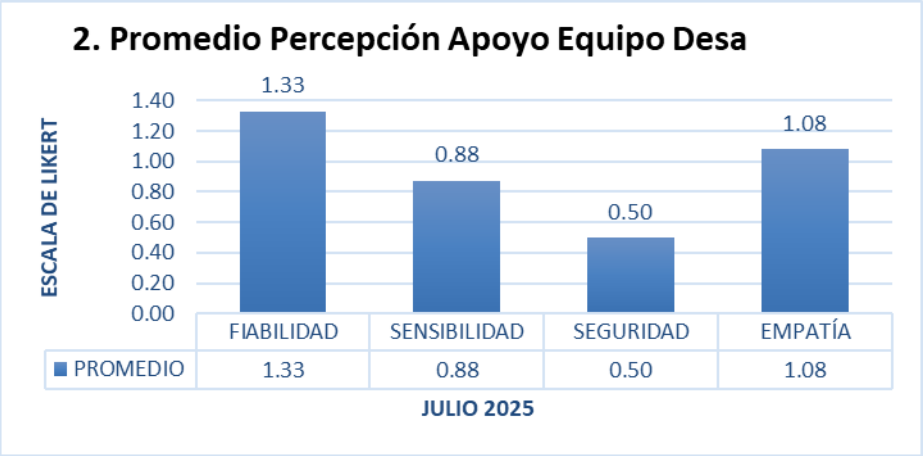


Fig. 14 Percepción sobre la atención que brinda el equipo de desarrollo al área usuaria (julio 2025).

B) Sobre la evaluación de percepción del servicio ofrecido por parte del Área Cliente. Los cambios ocurridos entre las dos mediciones afectaron de forma negativa al área del cliente. Al inicio del año (Fig.15) se contaba con **Fiabilidad** (1.46) y **Seguridad** (1.50). Es decir, los desarrolladores confían en los clientes en los mismos aspectos que ellos evaluaron mal para los desarrolladores, como en las gráficas 1 y 2.

Mientras que en la gráfica 4 (Fig.16) los cambios fueron muy pronunciados, para **todas las categorías** se tuvo un promedio de 3.465 lo que podría indicar un cambio de estrategia o un enfoque en estas áreas en las que se podría poner más atención. Ya que, al contrario del equipo de desarrollo, por parte del área del cliente se perdió toda la confianza en ellos.

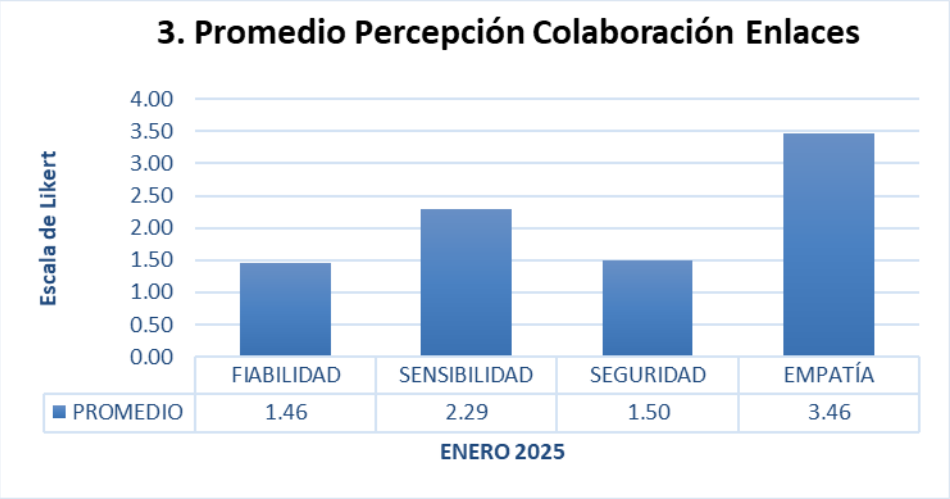


Fig. 15 Percepción sobre la atención que brinda el área usuaria al equipo de desarrollo (enero 2025).

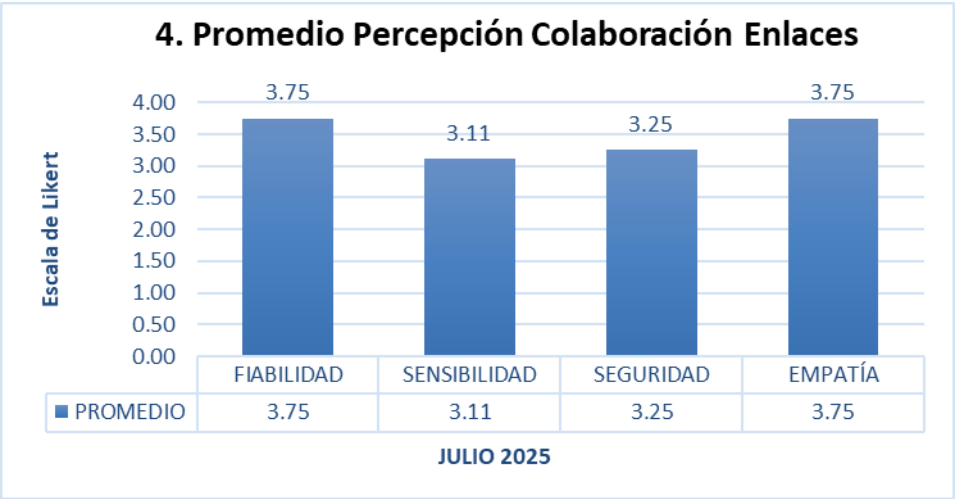


Fig. 16 Percepción sobre la atención que brinda el área usuaria al equipo de desarrollo (julio 2025).

C) **Comparando los planes de trabajo de 2023, 2024 y 2025**, en donde se aplicó la metodología híbrida. Se obtuvieron los puntos atendidos de forma general, sin considerar prioridad, impacto o tratamiento. Los resultados fueron: El año 2023 se atendieron 12 puntos de un total de 19. El año 2024 se trabajaron 7 de los 15 enviados por el área contable y Finalmente, en 2025 se han atendido a la fecha un total de 7 de los 21 que comprende el plan de trabajo de este año.

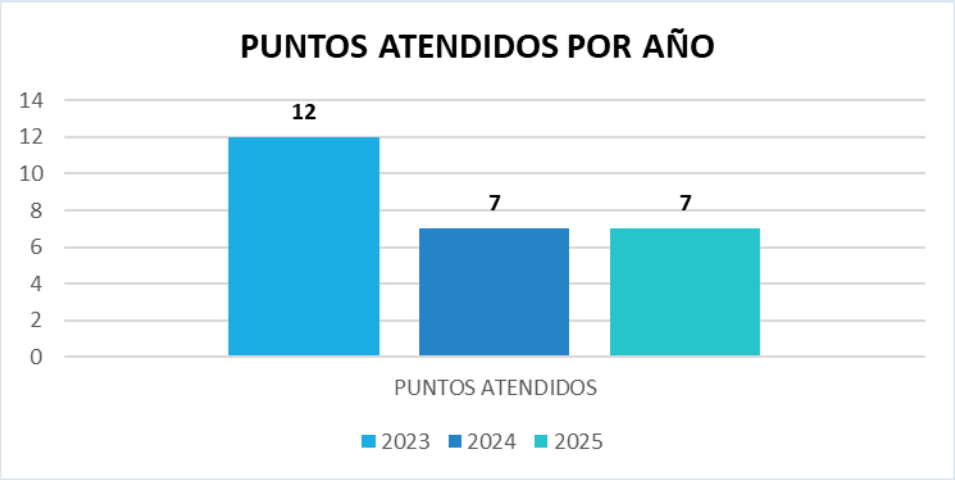


Fig. 17 Total de puntos atendidos en los planes de trabajo de 2023 a 2025.

De los puntos trabajados por año, se hizo un cálculo matemático, usando la fórmula **DIAS.LAB (fecha1, fecha2, rango_vacaciones)** de la hoja de cálculo Excel de Office365 que devuelve el número total de días laborables entre dos fechas. Y se consideraron para cada uno de los años evaluados los siguientes días festivos:

Tabla 5. Días festivos considerados para el cálculo de los días laborales en que se llevaron a cabo los planes de trabajo de 2023 a 2025.

AÑO	DIAS FESTIVOS	AÑO	DIAS FESTIVOS	AÑO	DIAS FESTIVOS
2023	**01/01/2023**	2024	**08/07/2024**	2025	**08/07/2025**
	06/02/2023		**15/08/2024**		**01/01/2025**
	20/03/2023		**12/12/2024**		**03/02/2025**
	01/05/2023		**28/03/2024**		**17/03/2025**
	16/09/2023		**29/03/2024**		**01/05/2025**
	20/11/2023		**01/01/2024**		**16/09/2025**
	25/12/2023		**05/02/2024**		**17/11/2025**
	06/04/2023		**18/03/2024**		**25/12/2025**
	07/04/2023		**01/05/2024**		**17/04/2025**
	15/08/2023		**16/09/2024**		**18/04/2025**
	12/12/2023		**01/10/2024**		
	22/12/2023		**20/11/2024**		

	26/12/2023		**25/12/2024**		
	27/12/2023				
	28/12/2023				
	29/12/2023				
	01/01/2024				
	02/01/2023				
	03/01/2023				
	04/01/2023				
	05/01/2023				
	05/02/2024				

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El año 2023 tuvo un total de 448 días de trabajo. 2024 representó el pico de actividad, con 554 días trabajados. Esto significa un incremento de 106 días de trabajo con respecto al año anterior. Finalmente, para 2025 llegamos a un total de 210 días, lo que representa un retraso en las actividades

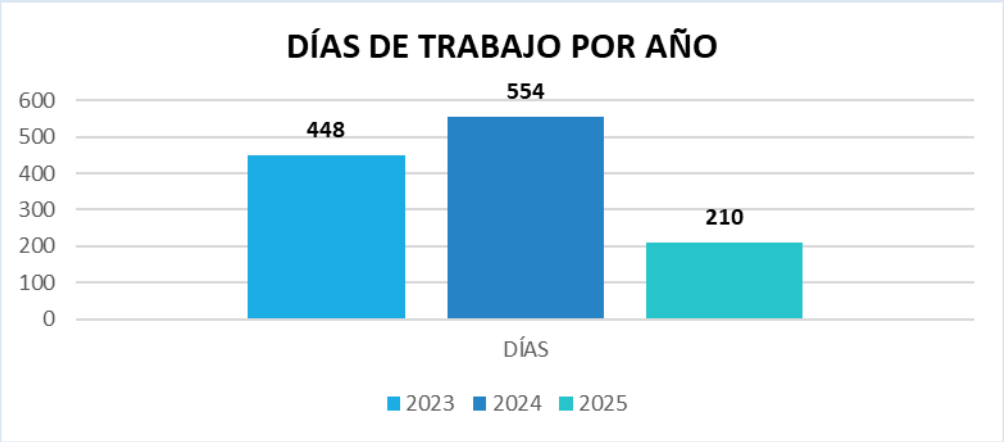


Fig. 18 Días de trabajo ocupadas para las actividades de cada uno de planes de trabajo de 2023 a 2025.

D) Sobre la dificultad e impacto de las actividades llevadas a cabo, en cada uno de los planes de trabajo evaluados, se obtuvieron los siguientes resultados: Se observa una tendencia a la reducción en el número de actividades de dificultad baja de 2023 a 2024, con un ligero aumento en 2025. Las actividades de dificultad media se mantuvieron estables a lo largo de los tres años. Las actividades de dificultad alta se redujeron en 2025 en comparación con los dos años anteriores.

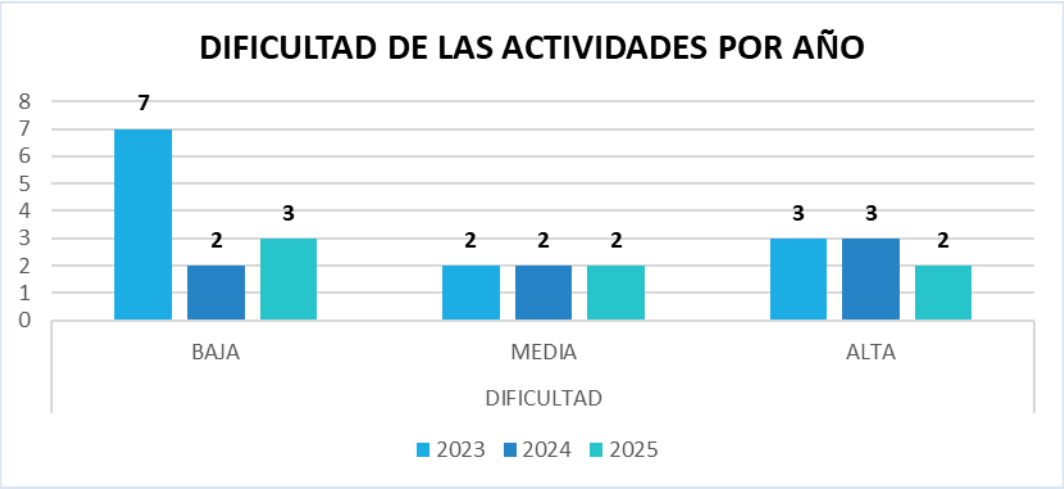


Fig. 19 Total de puntos por dificultad llevados atendidos en los planes de trabajo de 2023 a 2025.

E) Finalmente, el estatus de los puntos trabajados durante los tres años, considerando su impacto, prioridad y tratamiento son los siguientes: La mayoría del trabajo completado ocurrió en 2023, seguido de un descenso significativo en 2024 y una caída aún más pronunciada en 2025. Por otro lado, los nuevos estados que aparecen en 2025, sugieren una reducción en la ejecución de proyectos y un aumento en las etapas de planificación y evaluación.

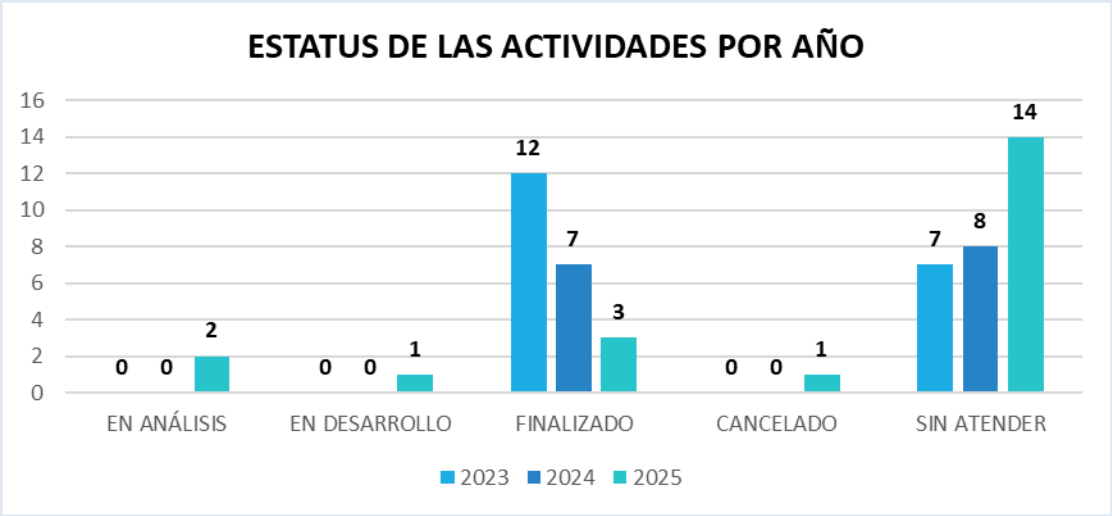


Fig. 20 Estatus de las actividades realizadas en los planes de trabajo de 2023 a 2025.

IV.4 Informe de resultados por el panel de expertos

Objetivo de la evaluación:

Validar la pertinencia, claridad, coherencia interna, aplicabilidad y factibilidad de la metodología ágil propuesta para optimizar la etapa de levantamiento de requisitos de software, con énfasis en minimizar reuniones y maximizar el tiempo de desarrollo.

Datos de la evaluación:

Para la aplicación, se solicitó la colaboración de tres expertos/as evaluadores/as para revisar esta propuesta metodológica. La evaluación consistió en completar una matriz de evaluación con escala tipo Likert del 1-5 (donde 1 (Muy deficiente) al 5 (Excelente)), basada en los siguientes criterios y comentarios cualitativos:

1. Claridad de la propuesta
2. Pertinencia respecto al problema planteado
3. Coherencia entre las etapas
4. Aplicabilidad en entornos reales
5. Aporte e innovación
6. Factibilidad técnica y organizacional

Se entregó previa evaluación una carta de consentimiento explicando el motivo de la evaluación y firma de consentimiento de participación. A través de un documento, se les presentaron los rasgos más destacados de la metodología propuesta como:

1. Un resumen presentando el porqué de esta metodología.
2. El objetivo general.
3. La justificación del por qué se están usando Agile Inception Deck y Lean Change Management.
4. Definición de actores principales.
5. Etapas/actividades de la metodología.
6. El flujo de trabajo (mostrado en un storyboard), en el que se explica la manera en que es aplicada esta metodología en el área de desarrollo de sistemas.
7. Los casos de uso para la evaluación, cada uno de estos casos está considerado dentro de las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo respectivamente.
8. La matriz de evaluación para cada uno de los casos propuestos, llenada en base a su libre opinión y criterio.

En cada uno de los casos de uso evaluados, se presentó una breve descripción del problema, las consideraciones a tener en cuenta durante la revisión y el proceso a evaluar. Su retroalimentación fue clave para el refinamiento de esta metodología antes de su aplicación en casos reales.

Tanto el modelo de carta de consentimiento, como el documento utilizado para la evaluación se encuentran dentro del Apéndice V y VI respectivamente de este documento.

La evaluación fue llevada a cabo en el periodo comprendido del 24 de octubre al 31 de octubre, es decir, un plazo de máximo 7 días para realizar la evaluación y enviar la retroalimentación.

Resultados de la evaluación:

A continuación, se muestran las matrices de evaluación de cada uno de los expertos para cada uno de los casos de uso evaluados. Así como sus comentarios/sugerencias hacia la metodología.

- **Caso de uso 1**

Proceso a Evaluar:

1. El líder del proyecto convoca a una sesión de inicio con los actores clave del proyecto.
2. Se define el propósito del proyecto y se identifican las partes interesadas.
3. Mediante preguntas estructuradas se identifican los problemas y las necesidades del sistema actual.
4. Se define la visión del producto para establecer límites claros y evitar la inclusión de funcionalidades innecesarias.
5. Se discuten y documentan los supuestos y riesgos principales.
6. Se priorizan las funcionalidades del nuevo sistema basándose en el valor que aportan a los usuarios y su viabilidad técnica.
7. Se desarrolla un prototipo y se presenta a los usuarios para que lo prueben y brinden retroalimentación.

a) Experto 1

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5 X	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 X	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5 X	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 X	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4	5 X	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 X	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

Considero que debe establecerse un método estándar, único y formal para la recepción de solicitudes de requerimientos, esto para evitar aquellos casos donde el usuario/cliente solicite algo directo al desarrollador, algo común que pasa.

b) Experto 2

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5 X	Solo resaltaría que en el punto 1. Sería conveniente que se pudiera asistir a la reunión con el usuario con un análisis previo del requerimiento a recibir.
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 X	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5 X	A mi parecer están bien articuladas y relacionadas para lograr el objetivo de tener el requerimiento completo y claro.
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 X	Si, la metodología es aplicable.
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4 X	5	En cuanto a la metodología, indica los pasos a seguir, me gustaría que pudiera considerar, como lograrlos, algunos formatos, herramientas o diagramas.
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 X	Si, con las limitaciones actuales es factible llevarlo a cabo

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

c) Experto 3

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3 x	4	5	Falta mayor claridad en especificar quien se encarga de cada paso. Si los desarrolladores, el líder del proyecto o los usuarios finales.
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3 x	4	5	Falta más integración de los usuarios finales
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4 x	5	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4 x	5	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2 x	3	4	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3 x	4	5	Va a depender de las cargas de trabajo y también se debe incluir en la priorización a los usuarios finales o "cliente". Un hallazgo de mejora sería involucrar un poco más a los usuarios finales.

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

El punto de "Asegurarse que los requerimientos sean claros y precisos desde el inicio." Es difícil de alcanzar debido a que, como se ha dicho a veces ni los mismos usuarios están seguros de lo que quieren. Lo mejor es tener en cuenta que algunas cosas pueden cambiar. También hay que clarificar los roles en cada paso del proyecto. Respecto a documentar los riesgos, es preferible tener una parte del proceso que nos pueda ayudar a solventar estos riesgos. Documentarlos es bueno, pero se requiere un plan para resolver estos riesgos.

- **Caso de uso 2**

Proceso a evaluar:

1. El líder de proyecto agenda una reunión de emergencia con el equipo de desarrollo, el cliente y el enlace informático para comunicar el nuevo requerimiento.
2. Se revisa la visión del producto para determinar cómo el nuevo requerimiento afecta los objetivos iniciales.
3. Se utiliza el enfoque de preguntas estructuradas para entender el impacto y riesgos del nuevo requerimiento.
4. El equipo prioriza las funcionalidades considerando el valor del nuevo requerimiento como una tarea de alta prioridad.
5. Se establecen criterios de flexibilidad para futuras adaptaciones, asegurando que el equipo pueda responder a nuevos cambios.
6. Se desarrolla un prototipo funcional que incluya la integración y se valida rápidamente con el cliente y los usuarios finales para asegurar que la nueva funcionalidad cumple con las expectativas y no afecta negativamente el resto del sistema.

a) Experto 1

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5 X	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 X	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5 X	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 X	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4	5 X	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 X	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

_____

_____

_____

b) Experto 2

Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5 X	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 X	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4 X	5	Dentro de la etapa inicial es importante identificar la herramienta de análisis de datos que formatos de importación soporta y además la aplicación móvil de inegi que formatos de exportación soporta e identificar coincidencias.
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 X	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4 X	5	Es importante dar un orden a la atención de requerimientos y como darle seguimiento hasta finalizarlos.
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 X	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

_____

_____

_____

c) Experto 3

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4 x	5	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 x	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4 x	5	El punto 5 como tal no es parte del procedimiento. Suena más buena a una buena practica de desarrollo en general
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 x	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4 x	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4 x	5	Falta estimación

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

Al entrar un nuevo requerimiento es importante también la re-estimación de los tiempos de entrega. Consideraría un paso extra para re-estimar el proyecto debido al nuevo requerimiento. Además de utilizar un tablero para la visualización del trabajo que nos ayude a diferenciar las tareas que son requerimientos funcionales, de los no funcionales (por ejemplo, la compatibilidad de la aplicación móvil con el otro sistema).

- **Caso de uso 3**

Proceso a evaluar:

1. El líder del proyecto se reúne con el cliente y el equipo de desarrollo para analizar el nuevo requerimiento de exportación.
2. Se evalúa el impacto de esta funcionalidad en el cronograma, priorizándola y decidiendo si es factible implementarla en esta fase del proyecto o en una futura actualización.
3. Se dividide la nueva función en una tarea pequeña y bien definida, en lugar de iniciar un proceso de requisitos completo.
4. El equipo de desarrollo implementa la funcionalidad de exportación en un entorno de pruebas y se realiza una sesión de validación final.
5. El cliente aprueba formalmente el producto, confirmando que todos los requerimientos, incluidos los de último minuto, han sido satisfechos.

a) Experto 1

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5 X	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 X	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5 X	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 X	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4	5 X	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 X	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

_____

_____

_____

b) Experto 2

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5 X	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 X	Me parece correcto dividir la nueva función en tareas mas pequeñas ya que de esa manera identificas procesos críticos que pueden retrazar la entrega de la funcionalidad.
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5 X	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 X	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4 X	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 X	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

c) Experto 3

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3 x	4	5	Por los pasos de este procedimiento. Se debería evaluar si este proceso se debería representar en un diagrama de flujo. El paso 2 habla de un "si es factible". Entonces si no es facible ¿Qué procede?
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5 x	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2 x	3	4	5	La misma observación que en el criterio de claridad. Además el paso 5 no parece un procedimiento sino la descripción de un evento
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5 x	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4 x	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5 x	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?
Creo que esta metodología más que describirse en una secuencia de pasos secuenciales, debería ser descrita en un diagrama que incluya la validación tanto del usuario como líder del proyecto para la revisión de la factibilidad de la funcionalidad así como la funcionalidad en si misma. El paso 5 debería ser removido o cambiado porque parece la descripción de un evento, no una tarea a realizar dentro de un procedimiento. Podría ser algo como "revisión de los usuarios para confirmar la funcionalidad" y luego bifurcarse en dos caminos uno seria "Validacion final" y el otro "realización de ajustes".

Resultados cuantitativos de la evaluación

CASO 1

Criterio	Definición	Jaime	Salvador	Sergio
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	5	5	3
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	5	5	3
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	5	5	4
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	5	5	4
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	5	4	2
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	5	5	3

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) señalan que la metodología para el caso 1 (etapa inicial) está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades, sin embargo, el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señala una falta de claridad al no tener bien especificado quién se encarga de cada actividad dentro de la metodología (Fig.21).

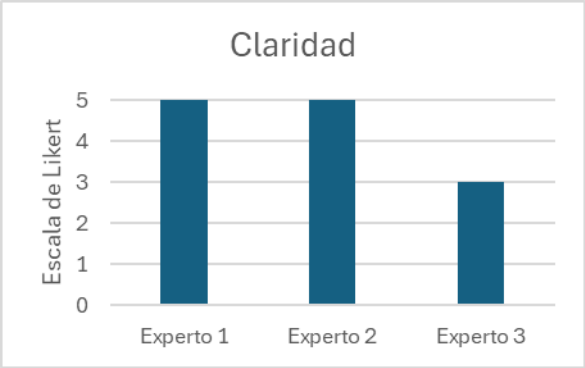


Fig. 21 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Claridad.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) señalan que la metodología para el caso 1 (etapa inicial) responde bien al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto, sin embargo, el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señala una falta de pertinencia al tener una mínima integración de los usuarios finales en el proceso (Fig.22).

Fig. 22 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Pertinencia.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que las etapas de la metodología para el caso 1 (etapa inicial) están bien articuladas y se relacionan lógicamente entre ellas. Aunque el experto 3 calificó con 4, sigue siendo una calificación favorable (Fig.23).

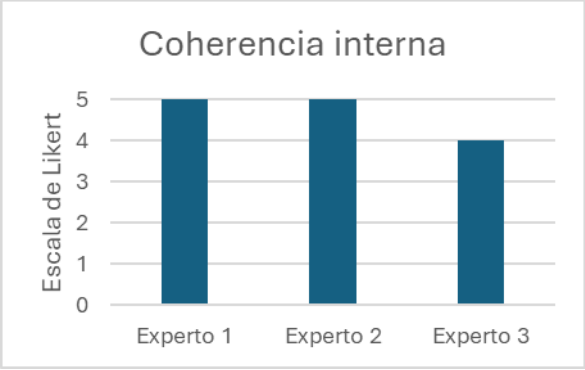


Fig. 23 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Coherencia interna.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 1 (etapa inicial) puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software. Aunque el experto 3 por su experiencia calificó con 4, sigue siendo una calificación favorable (Fig.24).

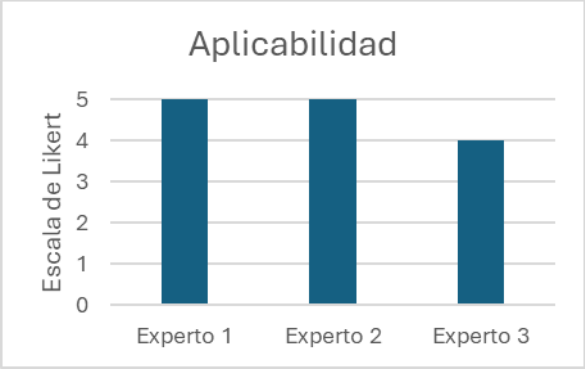


Fig. 24 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Aplicabilidad.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) señalan que la metodología para el caso 1 (etapa inicial) representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales usados en INEGI. Aunque el experto 2 calificó con 4, sigue siendo una calificación favorable. El Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3), por otro lado, califico muy bajo este rubro, considerando que existen otros procesos más novedosos para atacar el problema del levantamiento de requisitos (Fig.25).

Fig. 25 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Innovación.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) señalan que la metodología para el caso 1 (etapa inicial) es factible en equipos reales considerando limitaciones comunes, sin embargo, el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3), calificó con una media factibilidad ya que depende de las cargas de trabajo para notar su efectividad y de incluir en la priorización a los usuarios finales o "cliente" (Fig.26).

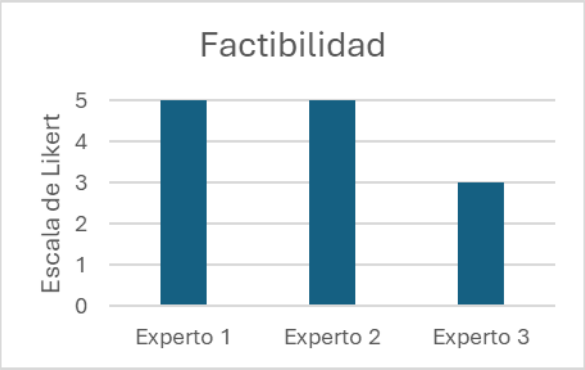


Fig. 26 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Factibilidad.

CASO 2

Criterio	Definición	Jaime	Salvador	Sergio
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	5	5	4
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y	5	5	5

	precisos y es adecuada para su contexto?			
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	5	4	4
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	5	5	5
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	5	4	4
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	5	5	4

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 2 (etapa intermedia) está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades. Aunque el experto 3, por su experiencia, dio una calificación de 4 sigue siendo favorable (Fig.27).

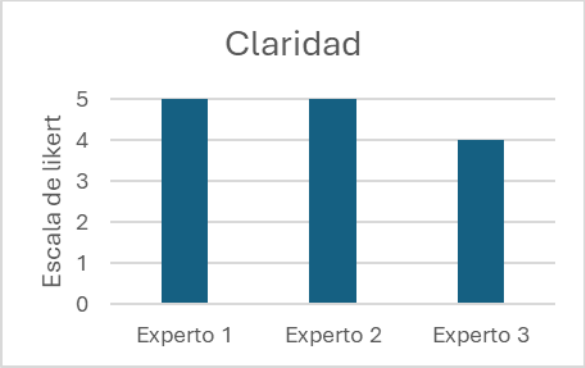


Fig. 27 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Claridad.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 2 (etapa intermedia) responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto (Fig.28).

Fig. 28 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Pertinencia.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que las etapas de la metodología para el caso 2 (etapa intermedia) están bien articuladas y se relacionan lógicamente. Aunque los expertos 2 y 3 calificaron con 4, sigue siendo una calificación favorable. Es importante identificar para este caso, la herramienta de análisis de datos, que formatos de importación y exportación soporta la aplicación móvil e identificar coincidencias (Fig.29).

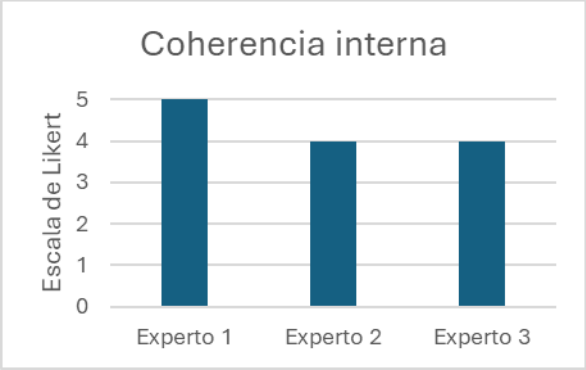


Fig. 29 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Coherencia interna.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 2 (etapa intermedia) puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software (Fig.30).

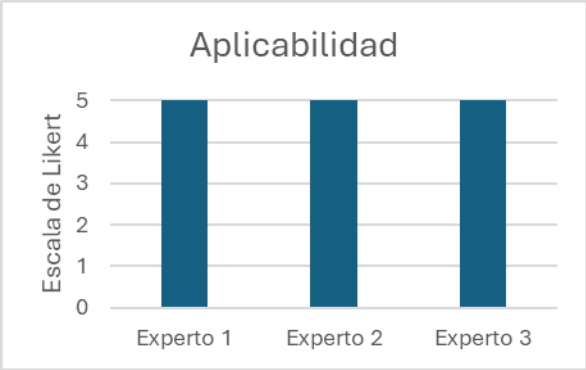


Fig. 30 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Aplicabilidad.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que las etapas de la metodología para el caso 2 (etapa intermedia) representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales usados en INEGI. Aunque los expertos 2 y 3 calificaron con 4, sigue siendo una calificación favorable. Es importante, dar un orden a la atención de requerimientos y como darle seguimiento hasta finalizarlos (Fig.31).

Fig. 31 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Innovación.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 2 (etapa intermedia) es factible en equipos reales considerando limitaciones comunes. Aunque el experto 3, por su experiencia, dio una calificación de 4 sigue siendo favorable (Fig.32).

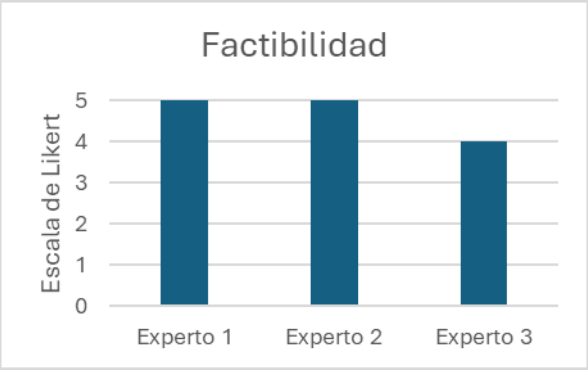


Fig. 32 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Factibilidad.

CASO 3

Criterio	Definición	Jaime	Salvador	Sergio
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	5	5	3
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	5	5	5
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	5	5	2
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	5	5	5

Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	5	4	4
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	5	5	5

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) señalan que la metodología para el caso 3 (etapa final) está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades, sin embargo, el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señala por su experiencia evaluar si este caso se debería representar en un diagrama de flujo. El paso 2 habla de un "si es factible". Entonces si no es factible ¿Qué procede? (Fig.33).

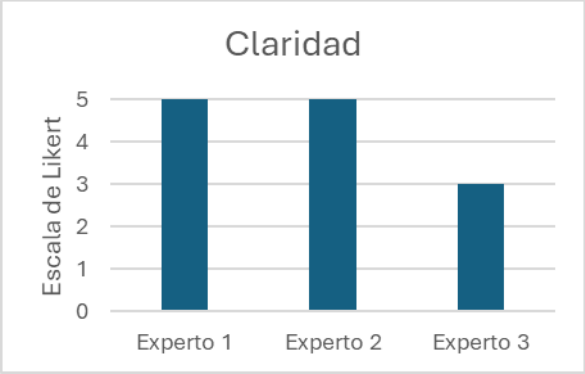


Fig. 33 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Claridad.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 3 (etapa final) responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto. Se podría considerar para este caso, dividir la nueva función en tareas más pequeñas ya que de esa manera identificas procesos críticos que pueden retrasar la entrega de la funcionalidad (Fig.34).

Fig. 34 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Pertinencia.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) señalan que las etapas de la metodología para el caso 3 (etapa final) están bien articuladas y se relacionan lógicamente, sin embargo, el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señala por su experiencia evaluar si el procedimiento hace referencia a pasos a seguir o eventos (Fig.35).

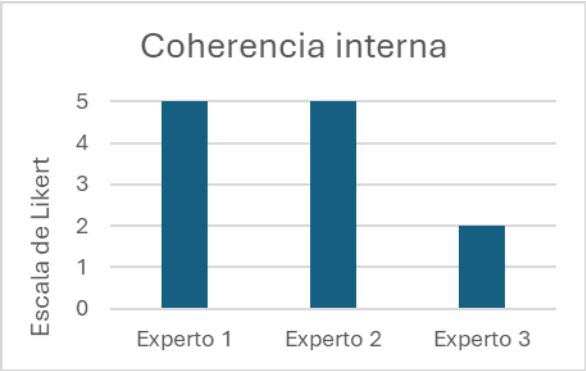


Fig. 35 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Coherencia interna.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 3 (etapa final) puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software (Fig.36).

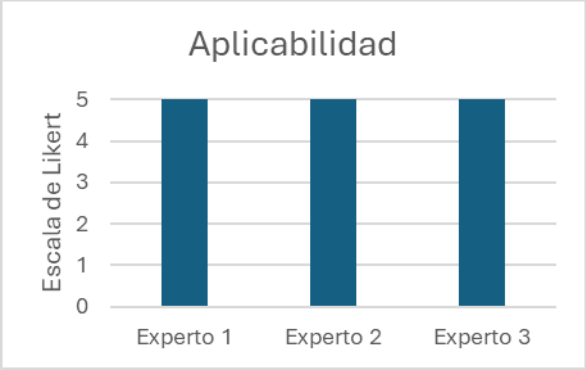


Fig. 36 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Aplicabilidad.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que las etapas de la metodología para el caso 3 (etapa final) representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales usados en INEGI. Aunque los expertos 2 y 3 calificaron con 4, sigue siendo una calificación favorable (Fig.37).

Fig. 37 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Innovación.

Los jefes de departamento (Experto 1 y 2) y el Mtro. en Ingeniería de Software (Experto 3) señalan que la metodología para el caso 3 (etapa final) es factible en equipos reales considerando limitaciones comunes (Fig.38).

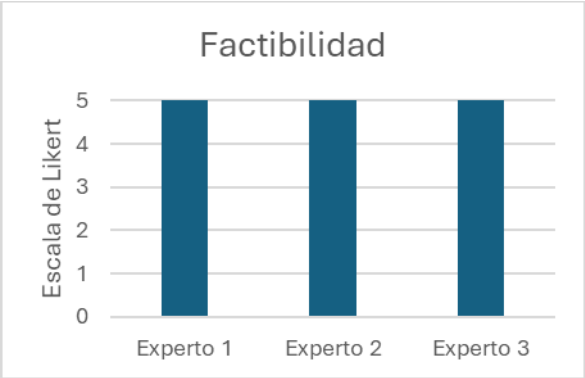


Fig. 38 Puntaje de los 3 expertos para el criterio Factibilidad.

Para evaluar el compendio de matrices de evaluación se optó por obtener los promedios de cada una de las categorías evaluadas, así mismo el promedio general de cada caso haciendo uso de las medidas de tendencia central.

Las medidas de tendencia central son números que representan una característica principal o común de un grupo de datos. La media (promedio) se calcula sumando todos los valores y luego dividiendo ese total entre la cantidad de valores [39] . Ese promedio se conoce como el centro de gravedad de los datos y su fórmula es:

Ecuación 1. Promedio (media) de datos.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Lo cual representa a la suma de los valores de la muestra dividido entre el total de valores [40]. Usando esta fórmula, se hizo un cálculo en base a los resultados de cada experto para cada uno de los criterios como se muestra en las siguientes tablas:

CASO 1:

Criterio	Definición	Experto 1	Experto 2	Experto 3	PROMEDIO POR ITEM
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	5	5	3	4.333333333
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	5	5	3	4.333333333
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	5	5	4	4.666666667
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	5	5	4	4.666666667
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	5	4	2	3.666666667
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	5	5	3	4.333333333
	PROMEDIO POR PERSONA	5	4.833333333	3.166666667	
	PROMEDIO GENERAL DEL CASO	4.333333333			

CASO 2

Criterio	Definición	Experto 1	Experto 2	Experto 3	PROMEDIO POR ITEM
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	5	5	4	4.666666667
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	5	5	5	5
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	5	4	4	4.333333333
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	5	5	5	5
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	5	4	4	4.333333333
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	5	5	4	4.666666667
	PROMEDIO POR PERSONA	5	4.666666667	4.333333333	
	PROMEDIO GENERAL DEL CASO	4.666666667			

CASO 3

Criterio	Definición	Experto 1	Experto 2	Experto 3	PROMEDIO POR ITEM
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	5	5	3	4.333333333
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	5	5	5	5
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	5	5	2	4
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	5	5	5	5
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	5	4	4	4.333333333
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	5	5	5	5
	PROMEDIO POR PERSONA	5	4.833333333	4	
	PROMEDIO GENERAL DEL CASO	**4.611111111**			

Basados en la escala de Likert usada en la validación por expertos, tenemos los siguientes rangos de validación para los promedios obtenidos:

Tabla 6. Rangos usados para la evaluación por expertos.

Promedio obtenido	Interpretación
4.5 – 5.0	Muy alto (Excelente)
3.5 – 4.4	Alto (Bueno)
2.5 – 3.4	Medio
1.5 – 2.4	Bajo
1.0 – 1.4	Muy bajo

PROMEDIO GENERAL DE LOS 3 CASOS

Caso1, Caso2, Caso3	**4.537037037**

PROMEDIOS POR CATEGORÍA DE LOS 3 CASOS

Tabla 7. Resultados obtenidos por categoría de los 3 casos evaluados.

Claridad	4.444444444
Pertinencia	4.777777778
Coherencia interna	4.333333333
Aplicabilidad	4.888888889
Innovación o aporte	4.111111111

Factibilidad	4.666666667
PROMEDIO FINAL DE LOS ITEMS	4.537037037

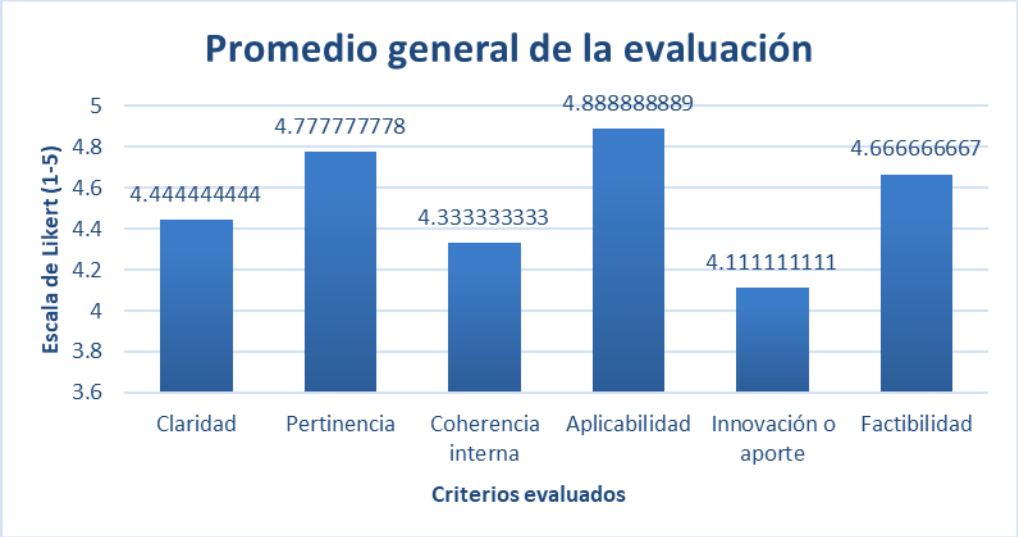


Fig. 39 Promedio final para cada criterio evaluado por los expertos.

PROMEDIO GENERAL POR PERSONA

Experto 1	5
Experto 2	4.777777778
Experto 3	3.833333333

Para dar soporte a estos promedios, se hizo uso de las medidas de dispersión, en específico de la desviación estándar.

Las medidas de dispersión son números que muestran cuánto varía una variable en comparación con otras. Además, ayudan a reconocer las propiedades de las medidas analizadas, con el propósito de obtener conclusiones y facilitar la toma de decisiones correctas. A mayor valor que se obtenga en las mediciones de dispersión, mayor será la variabilidad o distancia que existe en relación con la media aritmética [41] .

Es una acción que emplea el resultado de la varianza [42], al que se le aplica la raíz cuadrada, con el propósito de devolver la medida a su unidad original. Esta estadística muestra el grado en que los datos están separados de su promedio. Se emplea para determinar hasta qué grado los datos de un conjunto de valores están distribuidos de manera desigual [42]. Su fórmula es:

Ecuación 2. Fórmula Desviación estándar.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}}$$

El resultado es siempre es un valor no negativo y solo alcanza cero cuando todos los datos del conjunto son idénticos.

DESVIACIÓN ESTANDAR	**0.794152282**

Al observar los promedios individuales por criterio, la metodología recibe calificaciones consistentemente altas:

- Puntos Fuertes (Criterios con mayor promedio):
  - La metodología destaca notablemente en Aplicabilidad, Pertinencia y Factibilidad. Esto sugiere que los expertos tienen una gran confianza en que la metodología es relevante, práctica y viable para ser implementada en entornos de desarrollo de software.
- Área de Mayor Oportunidad (Criterio con menor promedio):
  - El criterio de Innovación o aporte recibe el promedio más bajo. Aunque sigue siendo una calificación buena, comparada con el resto, indica que, si bien la metodología funciona bien y es pertinente, los expertos la perciben como la menos disruptiva o novedosa en comparación con las metodologías existentes, o su aporte distintivo no es tan fuerte como sus otras cualidades.

Resultados cualitativos de la evaluación

Agrupando las observaciones más repetidas que los expertos redactaron para cada uno de los criterios tenemos los siguientes:

Tabla 8. Resultados cualitativos más relevantes de la evaluación.

Tema	Síntesis de comentarios	Acción sugerida
Claridad	Algunos expertos piden clarificar quién realiza cada paso (desarrollador, líder, usuario).	Añadir una tabla o diagrama de roles/responsabilidades.
Pertinencia	Cumple bien el objetivo de mejorar la obtención de requerimientos.	Mantener el enfoque, quizá ampliar ejemplos de aplicación.
Coherencia	Las etapas se entienden, pero se pide mayor conexión con la práctica (por ejemplo, flujos o diagramas).	Representar visualmente las etapas (diagrama de flujo o BPMN).
Aplicabilidad	Se considera aplicable en contextos reales.	Ningún cambio esencial, solo documentar recursos requeridos.
Innovación/Aporte	Se valora la estructura, pero piden incluir herramientas, formatos o ejemplos de apoyo.	Incorporar plantillas o formatos de ejemplo.
Factibilidad	Factible, aunque depende de tiempos, priorización y participación de usuarios.	Añadir una sección sobre gestión de riesgos o limitaciones.

Los expertos además realizaron observaciones al final de la evaluación destacando las siguientes:

- "La metodología es aplicable en entornos reales."
- "Es factible con las limitaciones actuales."
- "Responde adecuadamente al problema planteado."
- "Las etapas están bien articuladas y son coherentes."

Estas frases confirman viabilidad práctica y pertinencia conceptual más allá del número.

Conclusión de la evaluación

En general, una media global de 4.53, indica una propuesta sólida y viable, con áreas menores de mejora. Este valor se acerca mucho a la máxima calificación de "excelente", sugiriendo que la metodología es, en general, considerada apta para entornos reales. La desviación estándar indica que hay una moderada consistencia en las calificaciones de los expertos a través de los diferentes criterios y casos. Esto significa que no hay una gran dispersión de opiniones; aunque existen diferencias, la tendencia general es a la alta calificación.

Por tanto, desde un punto de vista estadístico, la propuesta cumple con viabilidad técnica y organizacional alta y pertinencia alta respecto al problema. No requiere rediseño, solo ajustes menores de documentación y representación visual para facilitar su adopción.

IV.5 Análisis FODA de la metodología

Este análisis [34] se basa en los promedios, observaciones cualitativas y conclusiones de la evaluación por expertos.

Tabla 9. Análisis FODA de la metodología propuesta.

Aspecto	Observaciones
Fortalezas	- Alta pertinencia (4.78) y aplicabilidad (4.88). La metodología es relevante y práctica para entornos reales. - Factibilidad (4.66). Es viable con recursos típicos. - Etapas están bien articuladas y coherentes según los expertos. - Responde adecuadamente al problema planteado en cada caso.
Debilidades	- Innovación es el criterio más bajo (4.11). Se considera poco innovadora en comparación con los métodos tradicionales. - Falta claridad en roles y responsabilidades, quién ejecuta cada paso de la metodología. - Algunas etapas o pasos a evaluar parecen eventos, no tareas como en el caso 3. - Falta de la estimación de tiempos ante nuevos requerimientos.
Oportunidades	- Incorporar diagramas de flujo para mayor claridad. - Añadir plantillas, formatos y herramientas para facilitar adopción. - Incluir sección de gestión de riesgos y limitaciones. - Mejorar integración de usuarios finales en el proceso.
Amenazas	- Depende de las cargas de trabajo de los actores involucrados y la falta de integración de usuarios finales en la priorización de actividades. - Riesgo de cambios frecuentes en requerimientos que afecten la estabilidad del proceso de desarrollo.

	- Si no se clarifican roles, puede haber confusión en la ejecución y un bajo interés en la adopción del modelo.

A pesar de que en la literatura reciente hay métodos más innovadores para la obtención de requisitos, la metodología empleada en esta tesis es válida debido a su relevancia y adecuación al entorno institucional del INEGI. Esta metodología cuenta con una base sólida y ha sido validada por los usuarios y un grupo de expertos, es ampliamente entendida por los participantes y no requiere de herramientas especializadas o adicionales, lo que simplifica su aplicación y disminuye la oposición al cambio.

Igualmente, esta metodología asegura la claridad, integridad y seguimiento de los requisitos, dando mayor importancia a la calidad de la información contable que a la innovación del enfoque. En conclusión, su diseño adaptable facilita la inclusión progresiva de métodos más contemporáneos, sin poner en riesgo la estabilidad del proceso vigente.

Capítulo V Conclusiones

V.1 Prácticas

Los resultados obtenidos sobre la calidad del servicio ofrecido por el área de desarrollo y la participación de los clientes en el proceso, durante el periodo enero a julio de 2025, muestran una mejora significativa destacando la seguridad y capacidad de respuesta.

Después del análisis del proceso del levantamiento de requisitos la implementación de una nueva metodología no ha logrado un impacto relevante en el número de reuniones y actividades empleadas para cada punto del plan de trabajo. Ello sugiere un cambio hacia una mayor planificación y evaluación.

En cuanto a los objetivos planteados, los resultados indican, que no es por falta de organización y/o una metodología de desarrollo que guíe el ciclo de vida del software, que los tiempos de atención sean efectivos. Sin embargo, este trabajo no solo aportó una solución inicial al problema detectado, sino que también estableció una base sólida y abrió nuevos caminos para la búsqueda de soluciones al levantamiento de requisitos en entornos complejos y de gran escala como el Área Contable del INEGI.

V.2 Académicas

Desde una perspectiva académica y metodológica, este trabajo aporta diversas aportaciones al entendimiento de la Ingeniería de Requisitos y las Metodologías Ágiles. Primero, este estudio comprueba la eficacia de un modelo híbrido en un entorno complicado y con difusión de datos estadísticos relevantes para la toma de decisiones en el país como el INEGI. La combinación de AID y LCM mejora el proceso de recolección de requisitos, al minimizar las dificultades que se presentan al utilizar estos métodos de manera individual.

En segundo lugar, la unión de AID (que contribuye a la claridad en la estrategia y a disminuir la incertidumbre) y LCM (que favorece una transformación organizacional eficiente y la continua capacitación) proporciona una ejecución técnica más robusta y adaptable durante la etapa de recopilación de requisitos en las áreas de desarrollo de sistemas.

Y finalmente, este trabajo no solo proporciona una solución preliminar al problema identificado, sino que también sienta un fundamento para las labores venideras, lo que facilita la valoración constante y la optimización de la aplicación de metodologías ágiles en la gestión de requisitos. Esto aborda una necesidad constante en la literatura de modificar, evaluar y perfeccionar las implementaciones ágiles, particularmente en contextos híbridos.

V.3 Trabajo futuro

¿Resultaría beneficioso investigar la posibilidad de adaptar la metodología de manera más amplia en diferentes ámbitos y sectores?, ¿Qué temas podrían explorarse más adelante siguiendo la metodología propuesta? A continuación, se presentan algunas ideas-bases para trabajos futuros a partir de la presente tesis:

1. Extensión y Adaptación del modelo híbrido propuesto

- **Aplicación en Diversos Ámbitos y Contextos:** ¿Es el modelo híbrido propuesto igualmente eficaz en distintos tipos de proyectos de software? Por ejemplo, ¿Se puede aplicar esta metodología en sectores distintos, como para aplicaciones móviles, software de inteligencia artificial o sistemas críticos, o en empresas públicas o privadas con jerarquías menos rígidas que las del INEGI?
- **Conexión con Etapas Siguientes del Ciclo de Vida del Desarrollo de Software (SDLC):** El aspecto central de este trabajo es la recopilación de requisitos. ¿De qué manera se incorporaría y qué indicadores evidenciarían la eficacia de esta metodología en las etapas posteriores del SDLC (diseño, programación, pruebas y/o implementación)?
- **Capacidad de Escalamiento del Modelo:** ¿Cuál es el rendimiento de esta metodología híbrida al implementarse en diversos equipos de desarrollo que trabajan en proyectos interrelacionados con frameworks a gran escala?

2. Efecto en los actores y equipos de desarrollo involucrados
   - **Efecto en los Roles:** ¿Qué efecto tiene esta nueva metodología en los roles implicados, especialmente en los enlaces informáticos y los usuarios finales, en relación con su satisfacción, agotamiento o crecimiento profesional?
   - **Cambio en la forma de trabajo:** Se podría llevar a cabo una investigación sobre la medición objetiva del cambio en la forma de trabajo en el INEGI tras un período más prolongado de implementación, utilizando métricas de madurez ágil o encuestas sobre el clima laboral centradas en la comunicación y la autoorganización.

3. Profundización en la metodología propuesta:
   - **Indicadores de Calidad de Requisitos:** ¿De qué manera se podría crear un sistema más sólido para medir la calidad de los requisitos elaborados? Por ejemplo, ¿Podrían evaluarse de manera cuantitativa la completitud, consistencia y atomicidad antes y después de la implementación? Esto dejando de lado las percepciones subjetivas y los tiempos de entrega
   - **Análisis de Costo y Beneficio:** Llevar a cabo un análisis de costo y beneficio más minucioso que mida el impacto horas-hombre generado por la disminución de las reuniones para la correcta definición de requisitos antes de iniciar con el proyecto, en comparación con el costo de poner en marcha la capacitación para la nueva metodología.

Apéndices

VI.1 Cuestionario aplicado al área de desarrollo

El siguiente grupo de declaraciones se refiere a lo que usted piensa sobre el apoyo proporcionado por el personal la **Dirección de Contabilidad Institucional** dentro de INEGI. No hay respuestas correctas o incorrectas, solamente nos interesa la percepción que tiene usted sobre esta figura institucional y el apoyo que le proporcionan.

Instrucciones: Para cada declaración, señale con un círculo el número que mejor represente su punto de vista. Conteste de la manera más honesta posible la encuesta de acuerdo con la siguiente tabla de equivalencias.

Totalmente de acuerdo	= 1 punto
Bastante de acuerdo	= 2 puntos
De acuerdo	= 3 puntos
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	= 4 puntos
En desacuerdo	= 5 puntos
Bastante en desacuerdo	= 6 puntos
Totalmente en desacuerdo	= 7 puntos

DIMENSIÓN DE FIABILIDAD

1	Cuando promete proporcionar información solicitada en cierto tiempo, lo debe cumplir.	1 2 3 4 5 6 7
2	Cuando usted tiene duda con alguna solicitud, el área contable debe mostrar un sincero interés en resolverlo.	1 2 3 4 5 6 7
3	El área contable debe proporcionar información libre de errores.	1 2 3 4 5 6 7
4	El área contable debe proporcionar información completa y veraz.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SENSIBILIDAD

1	El área contable debe proporcionar un servicio rápido.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área contable siempre debe estar dispuestos a ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área contable nunca debe estar demasiado ocupados para ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SEGURIDAD

1	El comportamiento del personal del área contable debe infundir confianza en usted.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área contable debe ser corteses de manera constante con usted.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área contable debe tener conocimiento para responder a sus preguntas.	1 2 3 4 5 6 7
4	El personal del área contable debe estar disponible cuando se requiera por cuestiones críticas en el desarrollo del sistema	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE EMPATÍA

1	El personal del área contable debe dar atención individualizada al equipo de desarrollo.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área contable debe entender sus necesidades en cuanto al desarrollo del sistema se refiere.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área contable debe tener personal para dar atención personal a cada uno de los miembros del equipo de desarrollo	1 2 3 4 5 6 7
4	El personal del área contable debe preocuparse por el equipo de desarrollo.	1 2 3 4 5 6 7

VI.2 Cuestionario aplicado al área del cliente

El siguiente grupo de declaraciones se refiere a lo que usted piensa sobre el servicio proporcionado por el personal del **Departamento de Desarrollo de Sistemas** dentro de INEGI. No hay respuestas correctas o incorrectas, solamente nos interesa la percepción que tiene usted sobre esta figura institucional y el servicio que le proporcionan.

Instrucciones: Para cada declaración, señale con un círculo el número que mejor represente su punto de vista. Conteste de la manera más honesta posible la encuesta de acuerdo con la siguiente tabla de equivalencias.

Totalmente de acuerdo	= 1 punto
Bastante de acuerdo	= 2 puntos
De acuerdo	= 3 puntos
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	= 4 puntos
En desacuerdo	= 5 puntos
Bastante en desacuerdo	= 6 puntos
Totalmente en desacuerdo	= 7 puntos

DIMENSIÓN DE FIABILIDAD

1	Cuando promete hacer algo en cierto tiempo, lo debe cumplir.	1 2 3 4 5 6 7
2	Cuando usted tiene un problema, el área de desarrollo de sistemas debe mostrar un sincero interés en resolverlo.	1 2 3 4 5 6 7
3	El área de desarrollo debe entregar los aplicativos en el momento que promete hacerlo.	1 2 3 4 5 6 7
4	El área de desarrollo debe entregar aplicativos libres de errores.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SENSIBILIDAD

1	El área de desarrollo debe mantener informados a los usuarios sobre cuándo estarán disponibles los aplicativos.	1 2 3 4 5 6 7
2	El área de desarrollo debe proporcionar un servicio rápido.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área de desarrollo siempre debe estar dispuestos a ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7
4	El personal del área de desarrollo nunca debe estar demasiado ocupados para ayudarle.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE SEGURIDAD

1	El comportamiento del personal del área de desarrollo debe infundir confianza en usted.	1 2 3 4 5 6 7
2	El personal del área de desarrollo debe ser corteses de manera constante con usted.	1 2 3 4 5 6 7
3	El personal del área de desarrollo debe tener conocimiento para responder a sus preguntas.	1 2 3 4 5 6 7

DIMENSIÓN DE EMPATÍA

1	El área de desarrollo de sistemas debe dar atención individualizada a los usuarios.	1 2 3 4 5 6 7
2	El área de desarrollo de sistemas debe entender sus necesidades específicas de usted.	1 2 3 4 5 6 7
3	El área de desarrollo de sistemas debe tener personal para dar atención personal a cada uno de sus clientes	1 2 3 4 5 6 7
4	El área de desarrollo de sistemas debe preocuparse por sus usuarios.	1 2 3 4 5 6 7

VI.3 Plantilla para las reuniones

PLANTILLA CHANGE AGILE

Aplicación/Servicio:

Plan de Trabajo:

Requerimiento No.:

Prioridad: *Indicar el riesgo que se corre al no aplicar el cambio.*

[ ] Emergencia

[ ] Alto

[ ] Medio

[ ] Bajo

Impacto: *Indicar el nivel de afectación al aplicar el cambio.*

[ ] Mayor= Impacta procesos críticos o gran cantidad de usuarios,

[ ] Significativo= Impacta un alto número de usuarios, involucra tiempos fuera de servicios.

[ ] Menor= Impacta un porcentaje pequeño de usuarios.

[ ] Estándar= Impacta a poco de usuarios, acordado como proceso común de operación.

Tratamiento: *En base a la prioridad e impacto definido, especificar el tratamiento para la actualización*

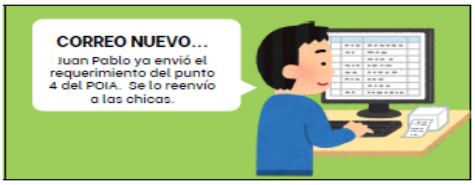
[ ] Ordinaria

[ ] URGENTE

NOMBRE DE LA TAREA	INICIO	FINALIZACIÓN	DURACIÓN (DÍAS)	ESTADO	COMENTARIOS
Sprint 1					
Sprint 2					
Sprint 3					
Sprint 4					
Sprint 5					

VI.4 Flujo de trabajo de la implementación de la metodología ágil híbrida dentro del Departamento de desarrollo B3.

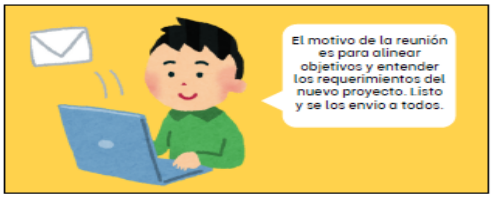
INTEGRACIÓN DE MODELOS DE GESTIÓN ÁGIL APLICADOS AL LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO INEGI.



El proyecto se inicia cuando se hace del conocimiento al equipo de desarrollo sobre la llegada de un nuevo requerimiento. Y se agenda una reunión para revisar el contenido y determinar quién lo atenderá

El nuevo requerimiento es analizado y revisado por todo el equipo de desarrollo y el jefe de departamento. Para, posteriormente, comenzar con las etapas de la metodología.

ETAPA 1
Preparación del entorno de trabajo



El jefe de departamento envía la invitación oficial a todos los involucrados quedando agendada en el calendario de Outlook. Se espera la confirmación de la asistencia de todos.

Todos los actores se reúne para analizar el problema a fondo. Un integrante presenta el documento, mientras los demás toman notas detalladas para dar seguimiento a las decisiones y tareas pendientes.

ETAPA 2
Exploración y enfoque del problema

El desarrollador a cargo del requerimiento, interactúa con usuarios finales y/o enlace informático para comprender el contexto auténtico y las actividades cotidianas. Toma sus propias notas.

Con la información recopilada, el equipo de desarrollo evalúan soluciones, discuten ventajas y desventajas, y descartan o mejoran ideas

ETAPA 3
Planificación y diseño de la solución

El desarrollador encargado divide el trabajo en etapas más pequeñas y manejables y asigna prioridad, para estimar las fechas de entrega. Quedando elaborado el cronograma.

El equipo de desarrollo analiza los posibles obstáculos que pueden surgir durante el desarrollo, como retrasos o problemas técnicos y las medidas para prevenirlos o reducir su impacto.

ETAPA 4
Desarrollo y validación inicial

El desarrollador encargado comienza a escribir el código y a crear la interfaz del sistema. Se obtiene el primer producto mínimo viable que servirá para la retroalimentación del requerimiento.

Se lleva a cabo con los actores, con observaciones y hallazgos que confirman su efectividad para los usuarios. Se toman notas sobre aquellos puntos de mejora.

En caso de que el producto cumpla con las especificaciones del requerimiento, se da por liberado. El enlace informático solicita su publicación en ambiente Productivo. En caso contrario, el desarrollador encargado hace los ajustes y mejoras resultantes de la validación inicial y el ciclo vuelve a empezar en la etapa 4.

VI.5 Carta de consentimiento informado para expertos evaluadores.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES

Maestría en Ciencias en Ingeniería
Universidad Politécnica de Aguascalientes

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTOS EVALUADORES

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

LTI. Cynthia Cristina Martínez Padilla
mc230019@alumnos.upa.edu.mx

A quien corresponda:

Se solicita su colaboración como experto/a evaluador/a para revisar esta propuesta metodológica y completar una matriz de evaluación con escala tipo Likert (1-5) basada en los siguientes criterios y comentarios cualitativos:

1. Claridad de la propuesta
2. Pertinencia respecto al problema planteado
3. Coherencia entre las etapas
4. Aplicabilidad en entornos reales
5. Aporte e innovación
6. Factibilidad técnica y organizacional

Se estima que esta actividad no tomará más de 90 minutos. Su retroalimentación será clave para el refinamiento de esta metodología antes de su aplicación en casos reales. Agradecemos de antemano su valioso tiempo y conocimientos.

Su participación es completamente voluntaria y los datos obtenidos se utilizarán únicamente con fines académicos. Su nombre no será divulgado en los resultados, a menos que usted autorice explícitamente lo contrario.

Declaro haber sido informado/a sobre el propósito del estudio y acepto participar como evaluador/a experto/a del trabajo antes mencionado.

Nombre del experto: _____
Especialidad / Cargo: _____
Institución o empresa: _____
Correo electrónico: _____
Fecha: _____ / _____ / 2025

Firma: _____

VI.6 Carta de consentimiento informado para experto 1 firmada.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES

Maestría en Ciencias en Ingeniería
Universidad Politécnica de Aguascalientes

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTOS EVALUADORES

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

LTI. Cynthia Cristina Martínez Padilla
mc230019@alumnos.upa.edu.mx

A quien corresponda:

Se solicita su colaboración como experto/a evaluador/a para revisar esta propuesta metodológica y completar una matriz de evaluación con escala tipo Likert (1-5) basada en los siguientes criterios y comentarios cualitativos:

1. Claridad de la propuesta
2. Pertinencia respecto al problema planteado
3. Coherencia entre las etapas
4. Aplicabilidad en entornos reales
5. Aporte e innovación
6. Factibilidad técnica y organizacional

Se estima que esta actividad no tomará más de 90 minutos. Su retroalimentación será clave para el refinamiento de esta metodología antes de su aplicación en casos reales. Agradecemos de antemano su valioso tiempo y conocimientos.

Su participación es completamente voluntaria y los datos obtenidos se utilizarán únicamente con fines académicos. Su nombre no será divulgado en los resultados, a menos que usted autorice explícitamente lo contrario.

Declaro haber sido informado/a sobre el propósito del estudio y acepto participar como evaluador/a experto/a del trabajo antes mencionado.

Nombre del experto: Jaime Erasmo García Guerrero
Especialidad / Cargo: Jefe de departamento de Ingeniería de Sistemas y Requerimientos
Institución o empresa: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Correo electrónico: Jaime.garciague@inegi.org.mx
Fecha: 28 / 10 / 2025

Firma: _____

VI.7 Carta de consentimiento informado para experto 2 firmada.

UPA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES

MCI
Maestría en Ciencias en Ingeniería
Universidad Politécnica de Aguascalientes

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTOS EVALUADORES

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

LTI. Cynthia Cristina Martínez Padilla
mc230019@alumnos.upa.edu.mx

A quien corresponda:

Se solicita su colaboración como experto/a evaluador/a para revisar esta propuesta metodológica y completar una matriz de evaluación con escala tipo Likert (1-5) basada en los siguientes criterios y comentarios cualitativos:

1. Claridad de la propuesta
2. Pertinencia respecto al problema planteado
3. Coherencia entre las etapas
4. Aplicabilidad en entornos reales
5. Aporte e innovación
6. Factibilidad técnica y organizacional

Se estima que esta actividad no tomará más de 90 minutos. Su retroalimentación será clave para el refinamiento de esta metodología antes de su aplicación en casos reales. Agradecemos de antemano su valioso tiempo y conocimientos.

Su participación es completamente voluntaria y los datos obtenidos se utilizarán únicamente con fines académicos. Su nombre no será divulgado en los resultados, a menos que usted autorice explícitamente lo contrario.

Declaro haber sido informado/a sobre el propósito del estudio y acepto participar como evaluador/a experto/a del trabajo antes mencionado.

Nombre del experto: Salvador Muñoz Aguilera
Especialidad / Cargo: Jefe de Departamento de Desarrollo de Sistemas B4
Institución o empresa: INEGI
Correo electrónico: salvadormaguilera@outlook.com
Fecha: 30 / 10 / 2025

Firma: Salvador Muñoz A.

VI.8 Carta de consentimiento informado para experto 3 firmada.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES

Maestría en Ciencias en Ingeniería
Universidad Politécnica de Aguascalientes

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXPERTOS EVALUADORES

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

LTI. Cynthia Cristina Martínez Padilla
mc230019@alumnos.upa.edu.mx

A quien corresponda:

Se solicita su colaboración como experto/a evaluador/a para revisar esta propuesta metodológica y completar una matriz de evaluación con escala tipo Likert (1-5) basada en los siguientes criterios y comentarios cualitativos:

1. Claridad de la propuesta
2. Pertinencia respecto al problema planteado
3. Coherencia entre las etapas
4. Aplicabilidad en entornos reales
5. Aporte e innovación
6. Factibilidad técnica y organizacional

Se estima que esta actividad no tomará más de 90 minutos. Su retroalimentación será clave para el refinamiento de esta metodología antes de su aplicación en casos reales. Agradecemos de antemano su valioso tiempo y conocimientos.

Su participación es completamente voluntaria y los datos obtenidos se utilizarán únicamente con fines académicos. Su nombre no será divulgado en los resultados, a menos que usted autorice explícitamente lo contrario.

Declaro haber sido informado/a sobre el propósito del estudio y acepto participar como evaluador/a experto/a del trabajo antes mencionado.

Nombre del experto: Sergio Daniel Bañuelos García
Especialidad / Cargo: Enlace de coordinación con mandos / Analista y Programador de Sistemas Informaticos
Institución o empresa: INEGI
Correo electrónico: sergiobanuelos@inegi.org.mx
Fecha: 31/10/2025

Firma: Sergio Daniel Bañuelos García

VI.9 Documento de casos de prueba para la validación por expertos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES

Maestría en Ciencias en Ingeniería
Universidad Politécnica de Aguascalientes

CASOS DE PRUEBA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

LTI. Cynthia Cristina Martínez Padilla
mc230019@alumnos.upa.edu.mx

Objetivo de la validación:
Validar la pertinencia, claridad, coherencia interna, aplicabilidad y factibilidad de la metodología ágil propuesta para optimizar la etapa de levantamiento de requisitos de software, con énfasis en minimizar reuniones y maximizar el tiempo de desarrollo.

METODOLOGÍA PROPUESTA

Resumen:
La recopilación de requisitos es la primera etapa del ciclo de desarrollo de software. Se recopila y analiza información sobre los requisitos del usuario para un sistema o aplicación en particular para satisfacer sus necesidades y expectativas. Las técnicas tradicionales de desarrollo de software, que permiten la entrega del producto a tiempo, dentro del presupuesto y del alcance planificado, se han vuelto insuficientes para satisfacer las crecientes necesidades de los clientes, que exigen entregas más rápidas y productos de mejor calidad. Uno de los principales problemas en el desarrollo y la entrega de software, detectado en la presente tesis es el uso de intermediarios, quienes complican la fase de requisitos y retrasan las entregas del producto debido a su desconocimiento de las reglas de negocio y de lo que los usuarios finales reales usan y necesitan, creando caos en la comunicación y entregando requisitos y/o softwares incompletos e inconsistentes.

Como solución a este problema, buscamos una nueva metodología ágil híbrida (la adopción conjunta de Agile Inception Deck y Lean Change Management en un marco ágil) en el área de desarrollo de sistemas de una empresa del sector privado que promueva la flexibilidad, la colaboración continua y la entrega incremental de valor como una solución efectiva para manejar requerimientos volátiles e inciertos, mejorando la comunicación con usuarios, acelerando la entrega de valor y asegurando que el producto final satisfaga las expectativas del cliente. La fusión de ambos enfoques no solo reduce las limitaciones observadas en su aplicación por separado, sino que potencia el proceso de recopilación de requisitos al ofrecer una mayor claridad estratégica y proporcionar una implementación técnica más sólida y flexible.

Objetivo general:
Implementar una estrategia basada en la combinación de metodologías ágiles para el levantamiento de requerimientos en proyectos de desarrollo de software, dentro del área de Desarrollo de Sistemas B3 en Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Justificación:
La razón de ser de esta metodología se basa en la gran importancia que tiene la etapa de recopilación de requisitos en el desarrollo de software. Históricamente, esta fase ha empleado métodos inflexibles, lo que frecuentemente provoca requisitos inadecuados o incorrectos, ocasionando demoras y costos adicionales, y generando productos que no satisfacen las expectativas del cliente.

Con el fin de abordar esta cuestión, se sugiere la implementación de una mezcla de metodologías ágiles, tales como Agile Inception Deck y Lean Change Management. Estas metodologías tienen como objetivo cambiar el proceso de recopilación de requisitos en una actividad más activa y cooperativa, que promueve la flexibilidad, el progreso constante y la validación repetida con los usuarios.

- Agile Inception Deck, facilita el desarrollo de una visión común, al tiempo que aclara metas y riesgos desde el comienzo.
- Lean Change Management, se ocupa del cambio dentro de la organización mediante ciclos rápidos de prueba, lo que facilita una adaptación más efectiva a la incertidumbre de las necesidades.

Al unir estos métodos, se pretende mejorar la comunicación, agilizar la entrega de valor y garantizar que el producto final cumpla con las necesidades del cliente. Asimismo, esta estrategia no solo aborda una necesidad técnica, sino que también refuerza la capacidad de reacción del equipo de desarrollo, haciéndolo más eficaz y flexible. Su adopción permitiría a las áreas de desarrollo del INEGI ser más eficientes y adaptables, alineándose mejor con la misión de brindar información útil y oportuna.

Beneficios:

1. Adaptabilidad ante cambios.
2. Participación activa y colaborativa de usuarios y desarrolladores.
3. Reducción de riesgos y supuestos.
4. Es ideal para entornos con alta incertidumbre, muchas partes interesadas y necesidad de alineación transversal.
5. Está pensada para ser iterativa, puedes repetir partes del proceso si surgen nuevos hallazgos.

Definición de actores principales:

Los actores y/o representantes fueron tomados del manual "Políticas para el Desarrollo de Sistemas Informáticos" proporcionado por el INEGI, el cual es vigente a partir de agosto de 2015 para todas las áreas de desarrollo, así como las responsabilidades inherentes a cada uno.

1. **Cliente / Representante del área del cliente**: Tiene la responsabilidad de participar en reuniones, ofrecer información, autorizar los productos y confirmar que se cumplen los requisitos establecidos.
2. **Enlace Informático / Representante del enlace informático**: Administra los recursos tecnológicos, coordina el apoyo técnico y mantiene al grupo de coordinación actualizado sobre cualquier modificación relevante en el proyecto.
3. **Líder del proyecto / Jefe del departamento de desarrollo de software**: Organiza y monitorea los requisitos, establece acuerdos con el grupo de coordinación y observa el progreso del equipo de desarrollo.
4. **Grupo de desarrollo de software**: Lleva a cabo las fases del proyecto, garantiza la calidad del sistema y mantiene al líder de desarrollo al tanto de cualquier circunstancia que afecte el proyecto.

Etapas y actividades principales:

Etapa 1: Preparación del Entorno de Trabajo
Objetivo: Establecer el contexto y el equipo de trabajo.

- Agendar la sesión principal con los participantes clave.
- Identificar las partes interesadas del proyecto.
- Contextualizar el propósito del proyecto y del producto.

Etapa 2: Exploración y Enfoque del Problema
Objetivo: Comprender el problema desde múltiples perspectivas y definir el alcance de la solución.

- Recopilar necesidades del cliente a través de entrevistas informales.
- Definir las funcionalidades y características que debe tener el producto.
- Identificar posibles obstáculos y riesgos del proyecto.

Etapa 3: Planificación de la Solución
Objetivo: Alinear expectativas, gestionar el cambio y definir un plan de trabajo flexible.

- Priorizar la solución con base en el valor, costo e impacto.
- Desarrollar un plan de trabajo con tareas pequeñas y asignarlas a los equipos.
- Estimar recursos y tiempo de manera preliminar, sin compromisos rígidos.
- Definir criterios de flexibilidad para manejar situaciones imprevistas.

Etapa 4: Validación y Mejora Continua
Objetivo: Validar la eficacia de la solución mediante retroalimentación constante.

- Validar la funcionalidad del producto con usuarios reales.
- Ajustar y mejorar el producto con base en los resultados y la retroalimentación.

Flujo de trabajo:

El presente storyboard ilustra el proceso de atención de los requerimientos dentro del Departamento de Sistemas B3. A través de una secuencia clara de etapas, roles y acciones, se detalla desde la recepción del requerimiento, hasta su validación por parte de los enlaces informáticos, convirtiendo un proceso abstracto en una serie de paneles específicos y fáciles de entender. Esta nueva metodología ágil híbrida propuesta, no contempla intervención alguna en las fases posteriores como desarrollo, pruebas,

implementación o mantenimiento, pone un énfasis especial en la recolección, análisis y documentación de requerimientos funcionales y no funcionales.

INTEGRACIÓN DE MODELOS DE GESTIÓN ÁGIL APLICADOS AL LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO INEGI.

El proyecto se inicia cuando se hace del conocimiento al equipo de desarrollo sobre la llegada de un nuevo requerimiento. Y se agenda una reunión para revisar el contenido y determinar quién lo atenderá

El nuevo requerimiento es analizado y revisado por todo el equipo de desarrollo y el jefe de departamento. Para, posteriormente, comenzar con las etapas de la metodología.

ETAPA 1
Preparación del entorno de trabajo

El jefe de departamento envía la invitación oficial a todos los involucrados quedando agendada en el calendario de Outlook. Se espera la confirmación de la asistencia de todos.

Todos los actores se reúne para analizar el problema a fondo. Un integrante presenta el documento, mientras los demás toman notas detalladas para dar seguimiento a las decisiones y tareas pendientes.

ETAPA 2
Exploración y enfoque del problema

El desarrollador a cargo del requerimiento, interactúa con usuarios finales y/o enlace informático para comprender el contexto auténtico y las actividades cotidianas. Toma sus propias notas.

Con la información recopilada, el equipo de desarrollo evalúan soluciones, discuten ventajas y desventajas, y descartan o mejoran ideas

ETAPA 3
Planificación y diseño de la solución

El desarrollador encargado divide el trabajo en etapas más pequeñas y manejables y asigna prioridad, para estimar las fechas de entrega. Quedando elaborado el cronograma.

El equipo de desarrollo analiza los posibles obstáculos que pueden surgir durante el desarrollo, como retrasos o problemas técnicos y las medidas para prevenirlos o reducir su impacto.

ETAPA 4
Desarrollo y validación inicial

El desarrollador encargado comienza a escribir el código y a crear la interfaz del sistema. Se obtiene el primer producto mínimo viable que servirá para la retroalimentación del requerimiento.

Se lleva a cabo con los actores, con observaciones y hallazgos que confirman su efectividad para los usuarios. Se toman notas sobre aquellos puntos de mejora.

En caso de que el producto cumpla con las especificaciones del requerimiento, se da por liberado. El enlace informático solicita su publicación en ambiente Productivo. En caso contrario, el desarrollador encargado hace los ajustes y mejoras resultantes de la validación inicial y el ciclo vuelve a empezar en la etapa 4.

A continuación, se presentan 3 ejemplos para su revisión, que muestran situaciones habituales y/o problemáticas que pueden presentarse durante la recepción y análisis de requisitos en las fases iniciales, intermedias y finales del desarrollo de software dentro del INEGI.

CASO 1: Aplicación de la Metodología en un Proyecto Ficticio

El área de desarrollo de sistemas B3 del INEGI recibe una solicitud urgente para modernizar el sistema de registro de estadísticas demográficas. El sistema actual es obsoleto, los usuarios finales (encuestadores y analistas) se quejan de la complejidad para ingresar datos, y la información no se integra de forma eficiente con otras bases de datos internas, lo que causa retrasos en la generación de reportes clave para la toma de decisiones. El equipo de desarrollo ha identificado que el problema principal no es técnico, sino la falta de un proceso claro para definir y alinear los requerimientos desde el inicio del proyecto. Las reuniones de requisitos tradicionales son largas y a menudo resultan en especificaciones ambiguas o incompletas.

Consideraciones:
Asegurarse que los requerimientos sean claros y precisos desde el inicio.
Lograr una visión compartida entre el equipo de desarrollo y las partes interesadas.
Reducir el tiempo de las reuniones y maximizar el tiempo dedicado al desarrollo.
Gestionar y adaptarse a la volatilidad e incertidumbre de los requerimientos.

Proceso a Evaluar:
1. El líder del proyecto convoca a una sesión de inicio con los actores clave del proyecto.
2. Se define el propósito del proyecto y se identifican las partes interesadas.
3. Mediante preguntas estructuradas se identifican los problemas y las necesidades del sistema actual.
4. Se define la visión del producto para establecer límites claros y evitar la inclusión de funcionalidades innecesarias.
5. Se discuten y documentan los supuestos y riesgos principales.
6. Se priorizan las funcionalidades del nuevo sistema basándose en el valor que aportan a los usuarios y su viabilidad técnica.
7. Se desarrolla un prototipo y se presenta a los usuarios para que lo prueben y brinden retroalimentación.

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

CASO 2: Modificación de Requerimientos a Corto Plazo

El área de desarrollo de sistemas B3 en INEGI inicia un proyecto para crear una aplicación móvil que facilite la recopilación de datos para la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Tras la primera semana de trabajo, el equipo descubre que el INEGI acaba de adquirir una nueva herramienta para el análisis de datos. La dirección general ha decidido que la aplicación móvil debe ser compatible con esta nueva plataforma para que los reportes se generen en tiempo real, lo que no estaba contemplado en los requerimientos iniciales.

El problema es que la integración con la nueva herramienta de BI implica cambios significativos en la arquitectura de la aplicación y en la forma en que se estructuran los datos, lo que afecta las funcionalidades ya definidas. Bajo una metodología tradicional, esto podría causar un retraso importante y la necesidad de una re-planificación exhaustiva.

Consideraciones:
Incorporar el nuevo requerimiento sin detener el proyecto.
Re-priorizar las funcionalidades existentes.
Mantener la comunicación con los stakeholders (o los involucrados en el proyecto) para alinear las expectativas.
Asegurar la entrega de valor de forma incremental a pesar de la volatilidad del proyecto.

Proceso a evaluar:

1. El líder de proyecto agenda una reunión de emergencia con el equipo de desarrollo, el cliente y el enlace informático para comunicar el nuevo requerimiento.
2. Se revisa la visión del producto para determinar cómo el nuevo requerimiento afecta los objetivos iniciales.
3. Se utiliza el enfoque de preguntas estructuradas para entender el impacto y riesgos del nuevo requerimiento.
4. El equipo prioriza las funcionalidades considerando el valor del nuevo requerimiento como una tarea de alta prioridad.
5. Se establecen criterios de flexibilidad para futuras adaptaciones, asegurando que el equipo pueda responder a nuevos cambios.
6. Se desarrolla un prototipo funcional que incluya la integración y se valida rápidamente con el cliente y los usuarios finales para asegurar que la nueva funcionalidad cumple con las expectativas y no afecta negativamente el resto del sistema.

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

CASO 3: Cierre del Ciclo de Requerimientos y Entrega

El equipo de desarrollo del INEGI ha estado trabajando en el módulo de "Generación de Reportes Personalizados" para el nuevo sistema de estadísticas. Gracias a la metodología ágil, se han implementado las funcionalidades principales de manera incremental. Ahora, el proyecto se encuentra en la fase final antes del despliegue. Sin embargo, el cliente ha solicitado una última funcionalidad: la capacidad de exportar los reportes a formatos de hoja de cálculo con el diseño exacto que ellos necesitan para sus presentaciones, algo que no se había especificado con tanta precisión al inicio.

Consideraciones:
Incorporar una funcionalidad de última hora de forma eficiente.
Validar que el producto final cumple con las expectativas del cliente.
Cierre formal de la etapa de levantamiento de requisitos.

Proceso a evaluar:

1. El líder del proyecto se reúne con el cliente y el equipo de desarrollo para analizar el nuevo requerimiento de exportación.
2. Se evalúa el impacto de esta funcionalidad en el cronograma, priorizándola y decidiendo si es factible implementarla en esta fase del proyecto o en una futura actualización.
3. Se divide la nueva función en una tarea pequeña y bien definida, en lugar de iniciar un proceso de requisitos completo.
4. El equipo de desarrollo implementa la funcionalidad de exportación en un entorno de pruebas y se realiza una sesión de validación final.
5. El cliente aprueba formalmente el producto, confirmando que todos los requerimientos, incluidos los de último minuto, han sido satisfechos.

Criterio	Definición	Escala					Observaciones
Claridad	¿La metodología está redactada de forma comprensible y sin ambigüedades?	1	2	3	4	5	
Pertinencia	¿La propuesta responde al problema de obtener requerimientos completos y precisos y es adecuada para su contexto?	1	2	3	4	5	
Coherencia interna	¿Las etapas de la metodología están bien articuladas y se relacionan lógicamente?	1	2	3	4	5	
Aplicabilidad	¿La metodología puede aplicarse en un entorno real con los recursos típicos de un proyecto de software?	1	2	3	4	5	
Innovación o aporte	¿La metodología representa una mejora o una propuesta novedosa respecto a enfoques tradicionales?	1	2	3	4	5	
Factibilidad	¿Es factible implementar esta metodología en equipos reales considerando limitaciones comunes?	1	2	3	4	5	

¿Qué sugerencias o ajustes haría usted a esta metodología para mejorar su eficacia?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

PUBLICACIONES REALIZADAS

1. Se participó los días 21 y 22 de noviembre de 2024 en el ***1er Congreso de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Sociales (CITyCS)*** de la Universidad Politécnica de Aguascalientes. Se presentó el presente trabajo de tesis mediante la modalidad de Póster. Se anexa reconocimiento.

Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI.

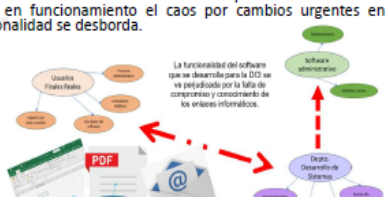
Cynthia Cristina Martínez Padilla

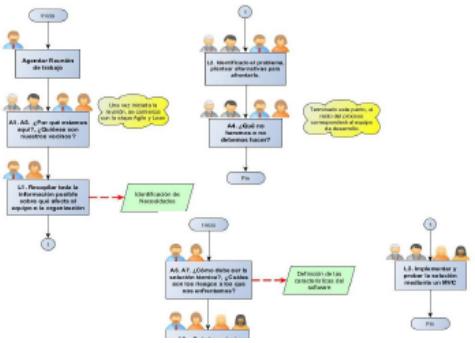
Resumen

El levantamiento de requerimientos es la primera etapa en el ciclo de desarrollo de software con el cuál se recopila y analiza información sobre los requisitos del usuario para un sistema o aplicación en particular de modo que satisfaga sus necesidades y expectativas. Esta etapa, se ha visto afectada en cierta medida por las crecientes necesidades de los clientes, los cuales exigen entregas más rápidas y productos de mejor calidad para poder hacer frente a la competencia que día a día aumenta, dejando de lado, los requisitos siempre cambiantes que conllevan estas entregas rápidas. Las técnicas tradicionales de desarrollo de software, que si bien, permitian la entrega del producto en el tiempo, presupuesto y alcance planificado, se han vuelto insuficientes para satisfacer estas nuevas demandas; surge entonces, la necesidad de implementar nuevas metodologías y procesos que presten más atención a la agilidad de entregar productos más rápido y con la flexibilidad de adaptarse a los nuevos requerimientos de los clientes sin que esto represente costos extra en su producción. Se busca en este trabajo, implementar Ingeniería de requisito en un área de desarrollo de software dentro de una dependencia de gobierno, usando una nueva metodología ágil e híbrida, que a través de los modelos Agile Inception y Lean Change Management mejore el levantamiento de requisitos de forma coherente y efectiva, que permita afrontar los cambios volátiles y de alta incertidumbre, y ponga la principal atención en las personas. Esta nueva metodología, una vez aplicada, puede ayudar a que el desarrollo de software sea en tiempos más cortos, con la mayor claridad posible de cómo y para quién funcionará y el producto final satisfaga por completo las necesidades reales de los clientes.

Introducción

Los intermediarios o también llamados enlaces informáticos retrasan las entregas de software porque no tienen conocimiento sobre las reglas de negocio y lo que los usuarios finales reales realmente usan y necesitan, generando caos en la comunicación, entregas de requerimientos incompletos e incongruentes, y en lugar de hablar con los usuarios reales, dan sus propias soluciones a como ellos necesitan o imagina que deber ser el sistema. Al momento de que el sistema o módulo entra en funcionamiento el caos por cambios urgentes en la funcionalidad se desborda.





El Gobierno del Estado de Aguascalientes
a través de la Universidad Politécnica de Aguascalientes
Otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

a: Cynthia Cristina Martínez Padilla

Por su participación en el Congreso de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Sociales (CITyCS 2024), con el Poster:

"Integración de Modelos de Gestión Ágil aplicados al Levantamiento de Requisitos de Desarrollo de Software: Caso de Estudio INEGI"

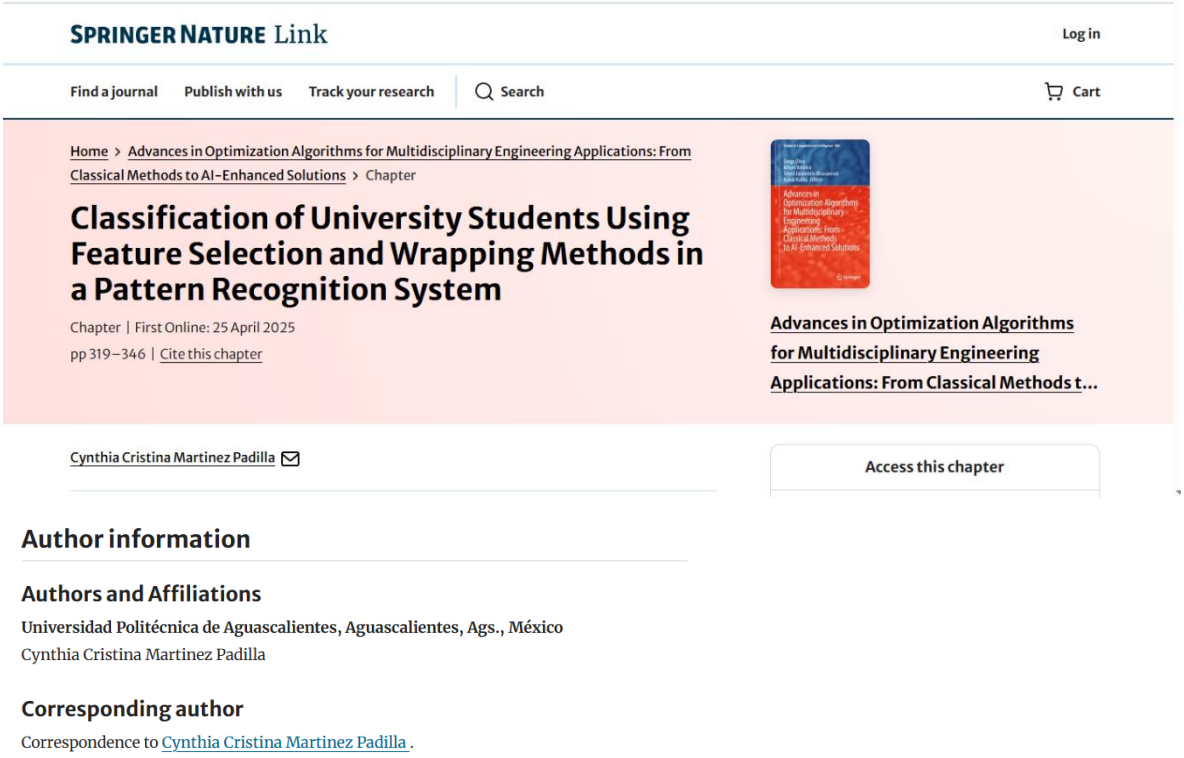
Mtro. Raúl Gutiérrez Perucho
Secretario Académico de la UPA

MCA. Evelin Merit Ventura Mena
Directora de Posgrado e Investigación de la UPA

Aguascalientes, Ags., 22 de noviembre de 2024

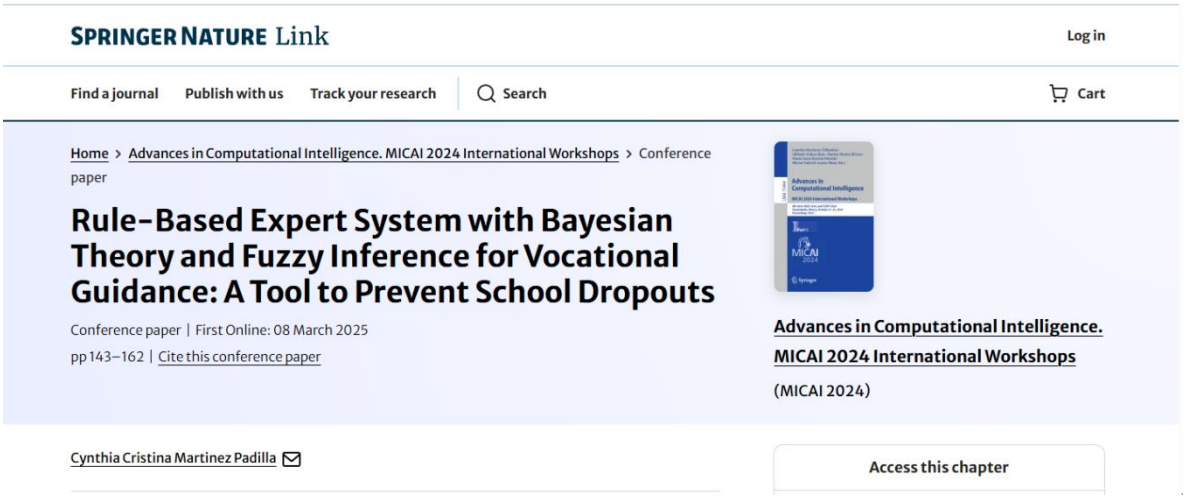
2. Se participó en marzo de 2024 en la convocatoria Call for Book Chapters de la revista Springer Nature para ser integrante del libro ***Advances in Optimization Algorithms for Multidisciplinary Engineering Applications: From Classical Methods to AI-Enhanced Solutions***. En la categoría de Feature Selection en la modalidad artículo. Siendo este trabajo seleccionado para formar parte del libro.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-78440-8_14



3. Se participó en noviembre de 2024 en el XVII Workshop of Hybrid Intelligent Systems (HIS) que forma parte de The 23th Mexican International Conference on Artificial Intelligence (MICAI) 2024. En la modalidad de artículo. Este trabajo fue ganador en dicha categoría del 3er lugar, se anexa certificado.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-83879-8_12



Author information

Authors and Affiliations

Master of Science in Engineering, Postgraduate and Research Department, Universidad Politécnica de Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico
Cynthia Cristina Martinez Padilla

Corresponding author

Correspondence to Cynthia Cristina Martinez Padilla .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sanabria Otero, D.: Levantamiento de requisitos y diseño de una aplicación web para la administración, gestión y control de las acreencias de la ley 550 en la Gobernación de Córdoba. (2022).

2. Kattz Villa, E.A., Martínez Moreno, P., Vergara Camacho, J.A., Morales Velázquez, L.A.: Matriz de trazabilidad en el levantamiento de requisitos: una revisión sistemática de la literatura. Revista Perspectivas. 6, (2024). https://doi.org/10.47187/perspectivas.6.2.221.

3. Quitian Monroy, J.S., Martínez Padua, J.V., Castiblanco Jiménez, I.A.: Caracterización y comparación de metodologías ágiles y tradicionales de desarrollo de producto. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. 32, 9–26 (2022). https://doi.org/10.18359/rcin.5168.

4. Gómez García, A., Sosa Hernández, M., Verona Marcos, S., Delgado Dapena, M.D.: Buenas prácticas de ingeniería de software: pruebas de software. Revista Cubana de Transformación Digital. 4, (2023).

5. Ariel Menéndez-Verdecia, J.I., Noralma Aguilar-Moncayo III, L.: Mejores prácticas de calidad en el desarrollo de software integradas al conocimiento de la ingeniería. Polo del Conocimiento. 6, 656–668 (2021). https://doi.org/10.23857/pc.v6i1.2170.

6. Rivadeneira Molina, S., Vilanova, G., Miranda, M., Cruz, D.: El modelado de requerimientos en las metodologías ágiles. XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. (2013).

7. Barroso Benítez, Y., Trujillo Casañola, Y., Millet Lombida, Y.: Marco de trabajo de evaluación de experiencia de usuario en el desarrollo de software. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. 15, 92–117 (2021).

8. Porras Flores, E.E.: Metodología ágil Iconix en la calidad del producto software, Lima, 2017., (2019).

9. Maquera, G., Mariaca, J., Mendoza, O., Condori-Fernández, N.: EXPERIENCIAS E IMPACTO SOCIAL EN LA APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE REQUISITOS EN EL DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA INTELIGENTE. Revista de Investigación Apuntes Universitarios. 9, (2019).

10. Valencia, F.D., Vega, J.P., Barrientos, A.: Modelo de Madurez Ágil para Empresas del Sector Bancario. Décima Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética. (2022). https://doi.org/10.54808/CICIC2022.01.201.

11. Ballesteros Quintero, L.: IMPLEMENTACIÓN Y PRÁCTICA DE SCRUM EN LA ASIGNATURA DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE. Panorama. 15, (2021). https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i29.2538.

12. Spundak, M.: Mixed agile/traditional project management methodology – reality or illusion? Procedia. (2014). https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.105.

13. Dwivedula, R., Bolloju, N.: Transitioning from Plan-driven Methods to Agile Methods - Preparation for a Systematic Literature Review. 5th International Conference on Communication and Electronics Systems. (2020). https://doi.org/10.1109/ICCES48766.2020.9137917.

14. Fernández, D.M., Penzenstadler, B.: Artefact-based Requirements Engineering: The AMDiRE Approach. (2016). https://doi.org/10.1007/s00766-014-0206-y.

15. Shahin, M., Ali Babar, M., Zhu, L.: Continuous Integration, Delivery and Deployment: A Systematic Review on Approaches, Tools, Challenges and Practices, (2017). https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2685629.

16. Haque, S., Eberhart, Z., Bansal, A., McMillan, C.: Status Quo in Requirements Engineering: A Theory and a Global Family of Surveys. In: IEEE International Conference on Program Comprehension. pp. 36–47. IEEE Computer Society (2022). https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn.

17. Villamizar, H., Kalinowski, M., Viana, M., Méndez Fernández, D.: A Systematic Mapping Study on Security in Agile Requirements Engineering. (2018).

18. Celestino, P., Brizuela, M.: Revisión sistemática sobre metodologías agiles en empresas de software. Revista de la Facultad de Ciencias Aplicadas. 1, 54–72 (2017).

19. Arcila, P., Martha, R., Delgado Gélvez, L., Orlando, F., Bernal, M., Pulido De La Pava, E.: METODOLOGÍAS ÁGILES Y TRADICIONALES PARA GESTIÓN DE PROYECTOS DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN. (2022).

20. Carlos Barata, J., Lisboa, D., Cordeiro Bastos, L., Neto, A.: Agile requirements engineering practices: a survey in Brazilian software development companies. Brazilian Workshop on Agile Methods. 1642, 110–119 (2023). https://doi.org/10.1007/978-3-031-25648-6_9.

21. Muhammad, A.P., Knauss, E., Batsaikhan, O., Haskouri, N. El, Lin, Y.C., Knauss, A.: Defining Requirements Strategies in Agile: A Design Science Research Study. In: Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). pp. 73–89. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH (2022). https://doi.org/10.1007/978-3-031-21388-5_6.

22. Palomares, C., Franch, X., Quer, C., Chatzipetrou, P., López, L., Gorschek, T.: The state-of-practice in requirements elicitation: an extended interview study at 12 companies. Requir Eng. 26, 273–299 (2021). https://doi.org/10.1007/s00766-020-00345-x.

23. Rasheed, A., Zafar, B., Shehryar, T., Aslam, N.A., Sajid, M., Ali, N., Dar, S.H., Khalid, S.: Requirement Engineering Challenges in Agile Software Development, (2021). https://doi.org/10.1155/2021/6696695.

24. Bjarnason, E., Borg, M., Unterkalmsteiner, M., Engström, E., Regnell, B., Sabaliauskaite, G., Loconsole, A., Gorschek, T., Feldt, R.: Challenges and Practices in Aligning Requirements with Verification and Validation: A Case Study of Six Companies. (2023).

25. Sabaliauskaite, G., Loconsole, A., Engström, E., Unterkalmsteiner, M., Regnell, B., Gorschek, T., Feldt, R.: Challenges in Aligning Requirements Engineering and Verification in a Large-Scale Industrial Context. (2023).

26. Acharya, B., Sahu, K.: Software Development Life Cycle Models: A Review Paper. International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology. 11, 169–176 (2020). https://doi.org/10.34218/IJARET.11.12.2020.019.

27. Romero Hinojoza, Á.O., Castillo Jaramillo, M., León Prieto, L.M.: Metodologías ágiles como herramienta tecnopedagógica: ventajas y desventajas. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 6, 4223–4240 (2022). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2552.

28. Samar Alsaqqa, Samer Sawalha, Heba Abdel-Nabi: Agile Software Development: Methodologies and Trends. Internationa Journal of Interactive Mobile Technologies. (2020).

29. Castro-Chara, F., Valenzuela-Leandro, R., Chavez Soriano, P., Raymundo-Ibañez, C., Dominguez, F.: Production Management Model Based on Lean Manufacturing and Change Management Aimed at Reducing Order Fulfillment Times in Micro and Small Wooden Furniture Companies in Peru. The 9th AIC 2019 on Sciences & Engineering. (2020).

30. Medina Velandia, L.N., Gutiérrez Medina, D.A.: Pautas para optar por una metodología ágil para proyectos de software. Revista Educación en Ingeniería. 19, 1–8 (2024). https://doi.org/10.26507/rei.v19n37.1292.

31. González, S., Toledo, S.: Project Management Methodologies: Analysis of agile hybrids. 28th International Congress on Project Management and Engineering. (2024).

32. Ángela Guadalupe Canto de Gante, L., Elim Sosa González, W., Bautista Ortega, J., Judith Escobar Castillo, I., Santillán Fernández, A.: Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social. Alta Tecnología y Sociedad. 38, (2020).

33. Vanegas-Jadan, A., Carchi-Méndez, J.: Diseño y estudio de producto mínimo viable MVP para Tocte Taller.

34. Cali Cadena, K.M., Delgado Delgado, D.D., Delgado Delgado, D.D., Pilaloa David, W.O., Holguin Burgos, B.P., Holguin Burgos, B.P.: Diagnóstico FODA como elemento de planeación estratégica de negocios de producción de cacao CCN51 en el Triunfo, Guayas, Ecuador. Compendium: Cuadernos de Economía y Administración. 10, 102 (2023). https://doi.org/10.46677/compendium.v10i2.1172.

35. Hoy, Z., Xu, M.: Agile Software Requirements Engineering Challenges-Solutions—A Conceptual Framework from Systematic Literature Review, (2023). https://doi.org/10.3390/info14060322.

36. Maware, C., Parsley, D.M.: The Challenges of Lean Transformation and Implementation in the Manufacturing Sector. Sustainability (Switzerland). 14, (2022). https://doi.org/10.3390/su14106287.

37. Bravo-Huivin, E.K., Cieza-Mostacero, S.E., Flores-Rodriguez, L.A., Uceda-Davila, L.: Revisión Sistemática de la Literatura sobre Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software aplicadas a la Gestión de Proyectos. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação. E54, (2022).

38. González, S., Toledo, S.: Project Management Methodologies: Analysis of agile hybrids. 28th International Congress on Project Management and Engineering. (2024).

39. Banda Dávila, E., Fernández Tineo, S.H.: Estadística Descriptiva. , Lima, Perú (2024).

40. Correa-Gómez, I.E.: Cálculo de las medidas de tendencia central. , Santa Marta, Colombia (2023). https://doi.org/10.16925/gcgp.117.

41. Cuevas Ramírez, M.L., Cuevas-Ramírez, M.L.: Medidas de dispersión. Logos Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 2. 12, 10–11 (2025). https://doi.org/10.29057/prepa2.v12i24.14818.

42. Miguel Gabriel Quispe Achata, B., Vilca Mamani, L.: Medidas de dispersión. (2025).